توانا بود هر که دانا بود

وزارت فرهنگ

کتاب شیمی

برای سال چهارم دبیرستانها

۱۳۲۰

چاپخانهٔ فردوسی

دیباچه

آنچه تابحال در کتابهای سال پیش راجع بدانش شیمی گفته‌ایم بتدریج موضوع ومقصود این دانش را معین نموده ومارا راهنمائی کرده اینك باید اندکی دقیق تر شویم و بادیده بازتری مقصود حقیقی دانش هائی را که راجع بطبیعت گفتگو میکند بخوبی دریافته و بتوانیم موضوع هر یك را ازدیگری بآسانی تمیز دهیم .

آنچه که در طبیعت وجوددارد وما آنرا جسم مینامیم در بیان علمی بماده موسوم شده است .

هر ماده صاحب خاصیت های معینی است که بدان خاصیت ها شناخته میشود وازسایر ماده‌ها مشخص ومتمایز میگردد سنك وآب وهوا بکلی باهم فرق دارند اولی دج (جامد) ودومی آبگونه (مایع) وسومی گاز است . سنگ سنگین است وشکل ثابتی دارد . آب سبك تر از آن است وشکل ثابتی ندارد یعنی درهر ظرفی که آنرا بریزیم شکل آنرا پیدا میکند .

هوا گاز است و بهیچکدام از آنها شبیه نیست . از هردوآنها سبکتر وشکل وگنجش تغییر پذیرتراست .

بایددانست که شکل ماده رامیتوان تغییر داد یعنی اگر دج است آنرا آبگونه ساخت وسپس آنرا دمه نمود ویا دمه آنرا تبدیل بآب ساخت ویاآب رامبدل به یخ نمود .

همینطور ممکنست سرب را آبگونه ساخت و سپس آنرا تبدیل به دمه نمود ، البته این تغییر شرایطی لازم دارد که بدون آن ممکن نمیشود یعنی اگر بسرب گرما ندهیم آبگونه نمیگردد واگر آبگونهٔ آنرا اگرمای بیشتری ندهیم بجوش نیامده و دمه نمیشود . ولی باید بدانیم که این تغییر ها جنس آب و یاسرب را عوض نمیکنند و تنها شکل آنها را تغییر میدهند بنابراین تغییر آنرا **تغییر فیزیکی** نامیم. وهر تغییر راکه صورت ظاهر ویا خاصیت‌های ظاهری جسم و ماده‌را عوض کند تغییر فیزیکی نامیده و در دانش فیزیك از کیفیت آن سخن رانده و گفتگو مینمائیم .

ولی اگر تغییر جسم‌طوری باشد که‌تبدیل بجسم دیگری گردد دراین صورت یك **تغییر شیمیائی** انجام یافته است که موضوع دانش شیمی را تشکیل میدهد ، درسالهای پیش خوانده‌ایم که اگر جریان برق از آب بگذرد آنرا بدو گاز تجزیه میکند که یکی ئیدرژن نام دارد ودیگری اکسیژن که هیچ نوع شباهتی باآب ودمهٔ آن ندارند و هر کدام خاصیت ویژهٔ دارند که دیگری آنرا ندارد مثلا ئیدرژن الو میگیرد ولی اکسیژن آتش نمیگیرد اکسیژن برای تنفس کردن خوب است اما ئیدرژن باین کار نمیخورد .

یك حبه قند را بنظر بیاورید و راجع بخاصیت های فیزیکی آن سخن بگوئید ، یقیناً خواهید گفت قند جسمی است دج وسفید چندان سنگین نیست مزه آن شیرین است ودانه های آن براق ودر آب بخوبی حل میشود وآبرا شیرین میکند اگر آنراباآندکی آب بجوشانیم شربت غلیظی میدهد که چون آنرا سرد کنیم نبات‌بدست

میآید که دارای همان خاصیت قنداست پس این خاصیتها تمام فیزیکی هستند حال اگر حبه قند را در بوته انداخته و روی آتش بگذاریم ابتدا آبگونه میشود و سپس اندك اندك سیاه شده و عاقبت زغالی بیش از آن نمیماند و مابقی آن دودشده و بهوا بلند میشود پس معلوم می شود که قند از ترکیب زغال باجسمهای دیگر بوجود آمده است، این تغییر قند یك تغییر شیمیائی است زیرا که جنس قند را عوض نموده است وزغالی که باقیمانداست جسمی است غیر ازقند بنابراین از گفتار بالا بدو نتیجه زیر میرسیم :

۱ ـ هر جسم دارای خاصیتهای ویژه است که بدان شناخته می شود .

هر جسم ممکن است دو نوع تغییر حالت بدهد یکی فیزیکی که موضوع دانش فیزیك است ودیگری شیمیائی که موضوع دانش شیمی را تشکیل میدهد .

حال باید به بینیم که آیا این دو دانش با هم بستگی دارند یا خیر ؟

ابتداچنین بنظر میآید که این دوباهم هیچ گونه بستگی ندارند ولی همینکه قدری دقیق ترشویم میبینیم که هر دو آنها یك دانش راتشکیل میدهند وهردوازیك منبع سرچشمه گرفته‌اند ولی‌دوراه مختلف میپیمایند .

امروز دانش نوینی بنام **شیمی فیزیك** پیدا شده است که این دو دانش را بهم نزدیك ساخته و بستگی کامل میدهد وثابت میکند که تمام خاصیت های فیزیکی و یاشیمیائی جنس حفظ کردنی نیست

بلکه بستگی کامل باساختمان آن دارد و تابع کلیات قوانینی است که شرح آنها کتابهای بزرگ لازم دارد از طرف دیگر میدانیم که ماده در طبیعت بحالت مرکب وجود دارد و از ترکیب جسم های ساده‌تری بوجود آمده است مثلا آب از ترکیب اکسیژن وئیدروژن حاصل شده است و نمك طعام از ترکیب گاز کلر باسدیم بدست میآید ، بنابراین ما بوسیله‌های شیمیائی باید نخست جسم‌های مرکب را که در طبیعت فراوانند تجزیه نموده و بدانیم از چه ماده ساخته شده اند وهرهنگام که این ماده دیگر قابل تجزیه شدن نباشد یعنی باوسیله هائی که در دست داریم نتوانیم آنرا تجزیه به عنصر های دیگری بکنیم میگوئیم که بعنصر های ساده رسیده‌ایم که نام آنها را در کتابهای پیش بیان کرده‌ایم . ولی امروز که وسیله دانش‌ها کاملتر شده است عنصر هائی را که تازمانی پیش ساده دانسته وقابل تقسیم وتجزیه شدن نمی پنداشتند یکی پس از دیگری تجزیه نموده ویکباره ماده را تبدیل بالکتریسیته کرده‌اند یعنی ثابت کرده‌اند که اتم هم بخش شدنی‌است وهراتم ازاجزاء کوچکتری بنام الکترن ساخته شده است که دارای الکتریسیته‌است ونیروی برق از آن تولیدمیشود . یعنی‌بطور خلاصه امروز ثابت شده است که ماده وانرژی که موضوع دو دانش شیمی‌و فیزیك را تشکیل میدهند دوجنس مختلف نیستند و دانش فیزیك و شیمی موضوعشان با هم خیلی بستگی دارد و بطور کلی تمام دانش هائی که راجع بطبیعت و ماده گفتگو میکنند موضوعشان یکی است .

از آنچه که‌دربالا شرح داده‌شد معلوم میشود که دانش‌شیمی

باید بیش از هر چیز جسمهای مرکب را تجزیه نموده و آنها را بشناسند این قسمت از دانش شیمی را شیمی تجزیه مینامند و بر عکس اگر بخواهیم بمدد جسمهای ساده جسم مرکبی بسازیم محتاج بتحصیل یکقسمت دیگر این دانش میشویم که بنام شیمی ترکیبی موسوم است.

یك نکته راهم باید در نظر بیاوریم که مقصود از دانش های عملی نتیجه گرفتن از آنها در راه پیشرفت زندگانی ورفع نیازمندی های آنست مثلا برای ساختن پارچه وقند و مواد رنگی وشیشه و صابون و کاغذ و ترکیب‌هائی که در طبیعت کم وجود دارد ویا اصلا وجود ندارد ازدانش شیمی استفاده میکنیم ساختن این اجسام‌برای رفع احتیاجات ما لازم است واین قسمت شیمی راکه راههای ارزان و عملی برای ساختن احتیاجات زندگانی بشر میدهد شیمی صنعتی نامند که امروز پیشرفتهای بزرگی نصیب آن شده است وروز بروز زندگانی مارا عملی‌تر و راحت تر مینماید. لوازم اساسی زندگانی مانند داروها ـ رنگها ـ نفت های ترکیبی ـ کائوچو های ترکیبی عموماً بمدد شیمی صنعتی ساخته و آماده شده‌اند.

یکقسمت از شیمی‌هم که تابحال خدمات خیلی زیاد انجام‌داده وبشر زندگانی خودرا مدیون بآنست شیمی موادی است که بدن انسان راتشکیل‌میدهد وبنام شیمی فیزیولوژی خوانده میشود.ضمناً باید دانست که‌یك قسمت ازدانش‌شیمی‌هم قسمتی‌است که‌خاصیت‌های کلی وعمومی عنصرها وترکیبهای شیمیائی را شرح میدهد که بنام شیمی عمومی موسوم است.

این بود مختصری از موضوع ومقصود و فایده دانش شیمی و

تقسیمات آن . اینك کلیات دانش شیمی را که موضوع اصلی آنست
آغاز مینمائیم ولی پیش از همه باید دانست که دانش شیمی بیش از هر
چیز زائیده آزمایش است و بدون آزمایش مطالب شیرینش حکم
داروی تلخ را پیدا میکند . از این رو دو باره سفارش میکنیم
هیچ گاه و بهیچ عذری آزمایش را ترك ننمائید تا از تحصیل این دانش
خسته نشوید .



کتاب یکم

کلیات و قانونهای شیمی

بخش نخست - کلیات

۱ - تجزیه فوری - اجسام در طبیعت بیشتر بحال ترکیب هستند و ترکیبها هم غالباً باهم آمیخته شده جسمی درست میکنند که از چندین جسم مرکب بوجود آمده است مثل آرد گندم که از قند و نشاسته و مواد ازت دار و مواد معدنی آمیخته شده است و هر کدام از آنها بتنهائی جسم مرکب هستند . بنا براین برای شناختن جسمی نخست باید بوسائل فیزیکی آنرا تجزیه و آزمایش نمود که از چند جسم مرکب آمیخته شده است و سپس اجسام مرکب کننده آن را بوسیله تجزیه شیمیائی بشناسیم . ازاینجا نتیجه میگیریم که پیش از تجزیه شیمیائی باید تجزیه فیزیکی انجام یابد تا تشخیص دهیم که آیا جسم آمیزه است یا مرکب .

۲ - فرق میان آمیزه و مرکب - دو جسم را میگویند با هم آمیخته شده‌اند هنگامیکه خاصیت هردو جسم در آن آمیزه باشد مثلا اگر خاك قند و نمك سائیده نرم را که رویهم ریخته و خوب بهم بزنیم یکنواخت میشود و بنظر چنین میآید که یکجسم تشکیل شده است اما اگر اندکی از آنرا بچشیم فوراً مزه شور نمك وطعم شیرین قند

محسوس میگردد بنابراین خاصیت این‌دو در آمیزه باقی مانده‌است همچنین اگر گرد سفید سولفات آمونیاك را با گرد نمك بیامیزند آمیزه بدست میآید که خاصیت های هردوجسم در آن دیده میشود وبآسانی ممکن است آنهاراازیکدیگر جدا کرد. اما اگر همین گرد سفید سولفات آمونیاك رابمقدار معین گرفته وبامقدار معینی از خاك نمك آمیخته ودربوته ریخته و گرما دهیم این دوگرد باهم ترکیب شده وتبدیل بدود سفیدی مثل دود سیگار میشودکه خاصیت هیچ کدام از اجسام مرکب کننده خودرا ندارد این دود نوشادراست.

درکتابهای سالهای پیش هم‌مثالهای مختلف برای‌فهمیدن آمیزه ومرکب داده‌ایم که دراینجا تکرار آنها را لازم نمیدانیم.

۳ – طریقه های جدا کردن اجزاء آمیزه‌ها – آمیزه ممکن است بدو شکل باشد.

۱ – آمیزه ناهمگن – آمیزهٔ ناهمگن آنهائی هستند که با چشم و با ذره‌بین بتوان اجزاء آنهارا تشخیص‌داد مثلا خاك زغال‌با خاك نمك هرقدر هم آمیخته شده باشند باچشم شناخته میشوند.

۲ – آمیزه همگن (یکنواخت) آمیزه همگن آمیزه ایست که اجزاء آن باچشم وذره‌بین شناخته نمیشوند مثل مغز مداد که‌بنظر یك جسم میآید و حال آنکه‌از اجزاء مختلف آمیخته شده است. همچنین مخلوط‌آب والکل که اجزاء آن ازهم تمیزداده نمیشوند.

برای جدا کردن اجزاء آمیزه‌ها طریقه‌های بسیاری در دست است که هرکدام بجای خود بکارمیرود وآنها عبارتند از:

۱ – اگریکی ازاجزاءآمیزه خاصیت آهن ربائی داشته باشد

کافی است که آن جزء را بوسیله آهن ربا جذب نموده وجدا سازند مثلا آمیزه خاك سرب با خاك آهن را که بدین طریق عمل نمائیم خاك آهن مجذوب آهن رباشده و خاك سرب باقی میماند .

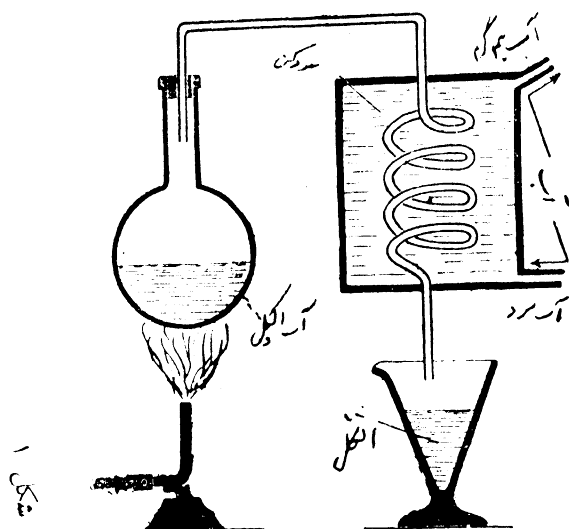
۲ ـ یکی از اجزاء آمیزه ممکن است در آب و یاحل کننده دیگری قابل حل باشددر اینصورت کافی است که آمیزه را در آب و یا حلال دیگری ریخته و پس از بهمزدن تصفیه نمایند تا جزء نا محلول جدا گردد وسپس محلول را هم دمه کرده وجزء دیگر رابدست می آورند .

۳ ـ اگر آمیزه بادووسیله بالاجدا نشود چنین عمل میکنیم : آمیزه را در آبگونه‌ای میریزیم که یکی ازاجزاء آمیزه سبکتر از آن وجزء دیگر سنگین‌تر از آبگونه باشد دراین‌صورت جزئی که سنگین تراست ته نشین شده وجزء سبکتر رومیایستد و جدا کردن آن آسان است .

٤ ـ هرگاه یکی‌از اجزاء آمیزه آبگونه و دیگری دج باشد مانند آب و خاك گچ که باهم آمیخته شوند دراین حال کافی است که آمیزه را تصفیه کنیم تا گچ از آب جدا گردد . این طریقه همیشه در شیمی تجزیه بکار برده میشود ودردها وته نشست‌ها (رسوبها) را بدین طریق ازمحلولها جدا میکنند .

٥ ـ اگر آمیزه ازدو آبگونه تشکیل شده باشد . در اینحال هرگاه دو آبگونه درهم حل نشود مثل روغن و آب ممکن است آنهارا بوسیله قیف شیرداری ازیك دیگر جدا نمود بدین طریق که شیر را بازمیکنیم تاآب که سبکتر است رد شود وهمینقدر که تمام آب خارج شد شیر را می بندیم‌تاروغن نگذرد .

ولی اگر دو آبگونه درهم حل شوند مثل آب والکل در این صورت جدا کردن آنها بوسیله تقطیر ممکن میشود . زیرا که این دو آبگونه یقیناً در یك زینه حرارت دمه نمیشوند و هر یك (زینه) جوشش معینی دارند بنابراین اگر آمیزه را تقطیر نمائیم اول آبگونه ای دمه میشود که زینه جوشش آن پائین‌تر یعنی فرارتر است و کافی است



بخار های آنرا سرد کنیم تا مجدداً آبگونه گردد . مثلا اگر آمیزه آب والکل را مطابق شکل (۱) تقطیر نمائیم ابتدا الکل دمه میشود وپس ازسرد کردن بخار آن دوباره آبگونه میگردد .

واضح است که در حین دمه شدن الکل اندکی هم آب دمه میشود و چون دمه‌های حاصل را سرد کنیم الکل خالص بدست نمی آیدبنابراین لازم میشود که چندبار دیگر این الکل را تقطیر کنیم تا بتدریج از آب جدا گردد والکل خالص یاکم آب بدست آید. این عمل را تقطیر تدریجی مینامند

۶ ـ اگر آمیزه از دو گاز تشکیل شده باشد این آمیزه همیشه همگن است .

زیرا که ذره‌های گاز باهم خوب آمیخته میشوند در اینحال برای جدا کردن آنها باید چنین عمل نمود :

الف ـ اگر یکی از گازها در آبگونه‌ای حل‌شود کافی‌است که بوسیله این آبگونه گاز محلول را جدا کنیم .

ب ـ گازها را بتدریج سرد میکنیم تا هریك بنوبه خود در سرمای معینی آبگونه گردد و جدا شود .

مثلا اگر گاز انیدرید سولفورو با اکسیژن آمیخته شده‌باشد همینقدر که آمیزه را تا ۵ـ زینه (درجه) سرد کنیم انیدریدسولفورو آبگونه میشود و اکسیژن بحالت گاز باقی میماند . و جدا کردن آنها آسان است .

نتیجه ـ هرگاه‌با وسائل فیزیکی جسمی را آزمایش نموده و ثابت کنیم آمیزه نیست معلوم میشود مرکب است . آن وقت لازم است باوسائل شیمیائی آزمایش نموده و ساده یامرکب بودن آنرا محقق سازیم .

۹ - جسم‌های ساده و مرکب - ذره و اتم ـ اجسام‌در طبیعت بیشتر بصورت ترکیب هستند و ممکن است آنهارا تجزیه نموده و بجسم های ساده تری تبدیل نمود . یك تکه نمك را اگر بخواهیم بذره های کوچکی تقسیم کنیم ممکن است آنرا بسائیم تاخاك شود و بهزاران ذره های ریز تقسیم گردد . در اینحال دیگر بدین وسیله نمیتوانیم آنرا ریزتر کنیم ولی نباید گمان بریم تقسیم کردن این ذرات ریز

ممکن نیست ، بلکه باهاونی که نمك را میساید و خاك میکند بیش ازاین نمیتوان آنرا تقسیم کرد . اما اگر همین خاك نمك را در جام آبی بریزیم حل‌میشود و آب جام را شور میکند وتمام آب‌خاصیت نمك را پیدا میکند زیرا که ذرات‌خاك‌نمك ریزتر شده و در تمام آب جام منتشر میشوند .

حال ممکن است آب جام را دریك سطل بزرگ پر از آب بریزیم بازهم مشاهده کنیم که آب سطل شور میشود و ذره‌های نمك تقسیم شده وریزتر شده میشوند وسرانجام اگر همان آب نمك‌را در حوض بریزیم شوری نمك محسوس نیست یعنی ذائقه ما هم دیگر نمیتواند ریزه‌های نمك‌را در آب تمیز دهد اماممکن است این‌بار با وسیله های دقیق‌تری مثلا آزمایش خاصیت های شیمیائی نمك وجودآنرا درتمام آب‌حوض ثابت کرد ونتیجه گرفت که‌نمك‌ازبین نرفته است ولی بحدی تقسیم شده که تشخیص آن مشکل گردیده است بنابراین اگر درعالم خیال دانه‌های ریزنمك را آنقدرکوچك کنیم که دیگر کوچك‌تر از آن نتواند بود این کوچکترین‌مقداررا ذره نمك مینامیم .

حال اگر جریان برق درمحلول نمك وارد کنیم کم‌کم تجزیه شده‌وذره‌نمك‌تبدیل‌به‌گاز کلر وفلزی که‌آنرا سدیم مینامندمیگردد. ومعلوم میشود که ممکن‌است ذره نمك‌را هم تقسیم نمود ولی این تقسیم جدید ذره نمك را ازمیان میبرد و دوجسم دیگر بوجود می آورد باسم کلر وسدیم که باهیچ وسیله دیگر نمیتوان‌آنهارا تجزیه نمود وبجسم دیگری تبدیل کردوآنها را اتم ویا جسم‌ساده مینامند که‌آنهارا چنین تعریف مینمائیم .

۱ ـ ذره عبارت است از کوچکترین جزء جسم مرکب که هنوز خاصیت جسم مرکب را دارد .

۲ ـ اتم و جسم ساده عبارت است از کوچکترین جزء تقسیم ذره .

شماره جسمهای ساده و مرکب ـ عنصرهای ساده که از روی دلیل‌های علمی وجود آنها ثابت‌شده است تاکنون به۹۲ عنصر رسیده که تقریباً ۹۰ تای آن‌ها شناخته شده‌است و عبارتند از :

شبه فلزها یاغیر فلزها

	نام		نشان	جرم اتمی	ظرفیت
	ئیدرزن	Hydrogène	H	۱٫۰۰۸ یا ۱	۱
خانوادهٔ کلر	فلوار	Fluor	F	۱۹٫۰۰ یا ۱۹	۱
	کلر	Chlore	Cl	۳۵٫۴۶ یا ۳۵٫۵	۱و۳و۵و۷
	برم	Brome	Br	۷۹٫۹۲ یا ۸۰	۱و۳و۵و۷
	ید	Iode	I	۱۲۶٫۹۲ یا ۱۲۷	۱و۳و۵و۷
خانواده گوگرد	اکسیژن	Oxygène	O	۱۶٫۰۰ یا ۱۶	۲
	گوگرد	Soufre	S	۳۲٫۰۷ یا ۳۲	۲و۴و۶
	سلنیم	Sélénium	Se	۷۹٫۲ یا ۷۹	۲و۴و۶
	تلور	Tellure	Te	۱۲۷٫۵ یا ۱۲۷٫۵	۲و۴و۶

خانواده	نام		نشان	جرم اتمی	ظرفیت
خانوادهٔ ازت	ازت یا نیتروژن	Azote	Az	١٤ر٠١ یا ١٤	٣ و ٥
		Nitrogène	N		
	فسفر	Phosphore	P	٣١ر٠٤ یا ٣١	٣ و ٥
	ارسنیك	Arsenic	As	٧٤ر٩٦ یا ٧٥	٣ و ٥
	انتیموان	Antimoine	Sb	١٢١ر٨ یا ١٢٢	٣ و ٥
		Stibilatum			
	بر	Bore	B·	١٠ر٨٢ یا ١١	٣
خانواده کربن	کربن	Carbone	C	١٢ر٠٠ یا ١٢	٢ و ٤
	سیلیسم	Silicium	Si	٢٨ر٣ یا ٢٨	٢ و ٤
	تیتان	Titane	Ti	٤٨ر١ یا ٤٨	٢ و ٤
خانواده گازهای کمیاب	هلیوم	Helium	He	٤ر٠٠ یا ٤	٠
	نئون	Néon	Ne	٢٠ر٢ یا ٢٠	٠
	آرگون	Argon	Ar	٣٩ر٨٨ یا ٤٠	٠
	کریپتون	Crypton	Kr	٨٢ر٩ یا ٨٣	٠
	اکسئن	Xéon	X	١٣٠ر٢ یا ١٣٠	٠

فلزها

خانواده	نام		نشان	جرم اتمی	ظرفیت
خانوادهٔ فلزات قلیائی	لیتم	Litium	Li	٦ر٩٤ یا ٧	١
	سدیم یا	Sodium	Na	٢٣ر٠	١
	ناتریم	Natrium			
	پتاسیم یا	Patassium	K	٣٩ر١ یا ٣٩	١
	کالیم	Kallium			
	روبیدیم	Rubidium	Rb	٨٥ر٥ یا ٨٥ر٥	١

	نام	نشان	جرم اتمی	ظرفیت
خانوادهٔ فلزات قلیائی خاکی	منیزیم Mangésium	Mg	٢٤٫٣٢ یا ٢٤٫٥	١
	کلسیم Calcium	Ca	٤٠٫٠٧ یا ٤٠	٢
	باریم Barium	Ba	١٣٧٫٤ یا ١٣٧٫٥	٢
	استرنسیم Strontium	St	٨٧٫٦ یا ٧٫٥	٢
	رادیم Radium	Ra	٢٢٦ یا ٢٢٥	٢
خانوادهٔ فلزات قیمتی	نقره Argent	Ag	١٠٧٫٨٨ یا ١٠٨	١
	مس Cuivre	Cu	٦٣٫٥٧ یا ٦٣٫٥	١ و ٢
	طلا Or یا Aurum	Au	١٩٧٫٢ یا ١٩٧	١ و ٢
خانوادهٔ روی	روی Zinc	Zn	٦٥٫٣٧ یا ٦٥٫٥	٢
	کادیم Cadmium	Cd	١١٢٫٤ یا ١١٢٫٥	٢
	جیوه یا هیگررایوم Mercure یا Hygrarium	Hg	٢٠٠٫٦ یا ٢٠٠	١ و ٢
	بیسموت Bismuth	Bi	٢٠٨ یا ٢٠٨	٢
خانوادهٔ آلومینیم	آلومنیم Aluminium	Al	٢٧٫١ یا ٢٧	٣
	گالیم Galium	Ga	٦٦٫٩ یا ٧٠	٣
	اندیم Indium	In	١١٣٫٨ یا ١١٣٫٥	٣
خانوادهٔ قلع	قلع Etain یا Stannum	Sn	١١٨٫٧ یا ١١٩	٢ و ٤
	سرب Plomb	Pl	٢٠٧٫٢ یا ٢٠٧	٢ و ٤
	زیرکنیم Zirconium	Zr	٩٠٫٦ یا ٩٠	٢ و ٤

	نام		نشان	جرم اتمی	ظرفیت
خانوادهٔ آهن	آهن	Fer	Fe	٥٥٫٨٤ یا ٥٦	۲ و ۳
	منگنز	Manganèse	Mn	٥٤٫٩٣ یا ٥٥	۲ و ۳ و ٥ و ٦
	کرم	Chrome	Cr	٥۲	۲ و ۳ و ٦
	کبالت	Cobalte	Co	٥٨٫٩٧ یا ٥٩	۲ و ۳
	نیکل	Nickel	Ni	٥٨٫٦٨ یا ٥٨٫٥	۲ و ۳
خانوادهٔ پالادیم	ملیبدن	Molybdène	Mo	٩٦٫٠ یا ٩٦	۲
	روتنیم	Ruthénium	Ru	١٠١٫٧ یا ١٠١٫٥	۲
	رودیوم	Rhodium	Rh	١٠۲٫٩ یا ١٠۲	۲
	پالادیم	Paladium	Pa	١٠٦٫٧ یا ١٠٦	۲
خانوادهٔ زر سفید	اسمیم	Osmium	Oe	١٩٠٫٩ یا ١٩٠	٤
	ایریدیم	Yridium	Yr	١٩۲٫۲ یا ١٩۲	٤
	زر سفید	Platine	Pt	١٩٥٫۲ یا ١٩٥	٤

چنانکه در جدول بالا می‌بینیم غیرفلزها وفلزها بنابر خاصیت های خود طبقه بندی شده‌اند و عناصر هر خانواده خاصیت‌های فیزیکی وبویژه شیمیائی یکسان دارند و چنانکه مشاهده میکنیم ظرفیت آن ها هم یکی است .

درجدول بالا برای هرعنصری دوجرم اتمی نوشته‌ایم که‌اولی آنها جرم اتمی‌بین‌المللی است ودومی آنها که برخه کمتر دارد برای محاسبه واختصار مناسبتر است .

تمام اجسامیکه در روی کره زمین وجود دارد از ترکیب این ۹۲ عنصر ساده پیدا شده‌است و تاکنون نتوانسته‌اند جسم ساده‌ای بغیر از اجسام بالا پیدا کنند.

واضح است که از ترکیب عنصر های ساده جسم های مرکب بی شماری بوجود آمده است که نمیتوان هر یك از آنها را مستقلا نام گذاری کرد و باید آنها را مطابق خاصیت‌های عمومی و مشترکی که دارند طبقه بندی نموده نام نهاد سپس صفات وخواص خانواده آنها را شرح داد و یا خاصیت‌های مهمترین جسم هر خانواده‌را بطور مفصل بیان نمود.

۵ – **شکل و حالت سه‌گانه اجسام** ـ اجسام بسه شکل مختلف ممکن است پیدا شوند:

۱ ـ دج ـ مانند آهن و گوگرد وسنگ ورویهم رفته بیشتر فلز ها.

۲ ـ آبگونه ـ مانند آب والکل واتر وروغن‌ها

۳ـ بخار یا گاز ـ مانند هوا واکسیژن وئیدرژن و بیشتر غیر فلز ها.

دج ـ اگر جسم دج باشد ذرات آن خیلی متراکم و بهم نزدیك هستند و در نتیجه سنگینی جسم زیاد میشود مثلا زغال چوب وزغال سنگ جنسشان یکی است منتهی ذرات زغال‌سنگ متراکمتر و بهم چسبیده‌ترند ازاینجهت سنگینتر از زغال چوب است. چون ذرات دجها بهم چسبیده‌اند نمیتوانند رویهم بلغزند وحرکت کنند وازاین جهت شکل‌وگنج آنها پایدار میماند.

آبگونه ـ دراین حالت جسم شکل معینی ندارد زیرا که فاصله میان ذرات آن ازدج زیادتراست و بهم نچسبیده‌اند و میتوانند رو یهم لغزیده شکل خودرا تغییر دهند و بهمین جهت آبگونه‌را درهر ظرفی بریزیم شکل آنظرف‌را بخود میگیرد ولی گنج آبگونه همیشه پایدار میماند . سنگینی آبگونه ها ازدجها بطور کلی کم تر است زیرا که ذراتشان کمتر ازدجها متراکم شده‌اند . و بعبارت دیگر چسبیدگی ذرات آنها ازدجها کمتراست .

دمه (بخار) یا گاز ـ دراینجا ذرات ازهم بسیاردورند وفاصله میان آنها نسبت بدوحالت پیش خیلی بیشتراست ازاین‌جهت آزادی آنهابحدی است که اگر مثلادرشیشه عطررا بازبگذارندذرات عطر آزادانه خارج شده و فاصله مابین خودرا بیاندازه زیاد میکنند و تمام فضارا پرمیکنند وبنابراین گنج (حجم) آن ثابت نمیماند وشکل ثابت هم ندارد گازها عموماً سبك و بیشتر بیرنگ هستند .

۶ - تغییر شکل اجسام ـ هر جسم دج را که گرما دهیم در حرارت معینی آبگونه میگردد مثلا یخ در حرارت صفر گداخته شده وتبدیل‌بآب‌میشود . سرب درحرارت ۳۲۷ زینه آبگونه‌میگردد وآهن درحرارت ۱۵۳۰ زینه گداخته میشود . همچنین اگر آبگونه راگرمادهیم درزینه‌حرارت مشخصی دمه‌شده وگدازی‌شکل‌میگردد مثلاالکل درحرارت ۸۰ زینه‌دمه‌شده وآب‌درحرارت ۱۰۰ وپاره‌روغنها درحرارت دویست‌ویا ۳۰۰ زینه ویابیشترتبدیل بدمه‌میشوند بنابراین نتیجه میگیریم که هرجسمی ممکن است براثر گرما تغییر شکل دهد . حال اگر فشار را برسطح آبگونه زیاد کنیم آبگونه دیرتر

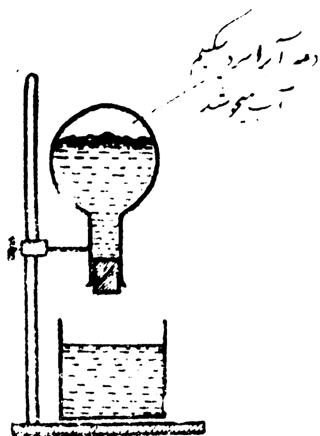
میجوشد مثلا آب در دیگهای دمه که فشار دمه های تولید شده بر سطح آن زیادتر از فشار هوا است در صد زینه حرارت نمیجوشد بنابراین نتیجه میگیریم که دو عامل مهم در تغییر شکل اجسام دخالت دارد یکی گرما و دیگری فشار و اگر تغییر شکل درهوای معمولی ودر فشار متعارفی انجام یابد یعنی فشار تغییر نکند تنها عاملی که اسباب تغییر شکل اجسام میشود گرما است. گرما اجسام را منبسط میکند یعنی فاصله میان ذرات آنهارا زیاد مینماید و سرانجام آنها را گازی شکل میکند و ذرات آنهارا درفضای وسیعی پراکنده میسازد و دیگر شکل و گنج آنها ثابت نمی‌ماند.

زینه حرارت جوش - هر آبگونه‌ای در هوای آزاد یعنی وقتی فشارهوا برسطح آن برابر فشار معمولی باشد درزینه‌حرارت معینی دمه میشود که آنرا زینه حرارت جوشیدن آبگونه نامند.

تغییرات زینه حرارت جوش ۱- اگر فشاررا برسطح آبگونه زیاد ویاکم کنیم زینه‌حرارت جوش تغییر میکند وبالا وپائین‌میآید مثلا اگر درظرف آبی‌راکه درحال جوشیدن است وحرارت آن صد است ببندیم دمه آب در بالای آن جمع شده و فشار زیادتر میشود دراینحال می‌بینیم که آب ازجوشیدن میافتد واگر باگرما دادن زیاد آبرا بجوش آوریم بیاری دما سنج ممکن است معین نمود که زینه حرارت آب از صد بالاتر رفته است و بالعکس اگر فشار کم شود آبگونه زودتر جوش میآید. آزمایش زیر این نکته را بخوبی میفهماند.

دربالنی مطابق شکل ۲ که‌تانیمه آب دارد آب‌راجوش‌میآوریم

و پس از آنکه خوب جوش آمد در آنرا بسته و آنرا واژگون مینمائیم دمه آب در بالای بالن جمع میشود و آب از جوشیدن میافتد. حال اگر دستمالی رااز آب سرد خیس کرده و درروی بالن فشاردهیم کم کم دمه آب سرد شده ودر نتیجه فشار آن بر سطح آب کمتر میگردد و آب باتندی وشدت تمام بجوش میآید.



شکل ۲

ممکن است هر چند دقیقه یکبار دستمال خیس شده‌را فشرده و آزمایش را تکرار نموده دمه را سرد کنیم دراین صورت مشاهده خواهیم کرد که ممکن‌است چندین بار آب از جوش افتاده را بدین طریق دوباره بجوش آورد تاوقتیکه دیگر جوش نیاید دراین هنگام دربالن‌راباز میکنیم و مشاهده مینمائیم که‌هوا باشدت وارد بالن‌میشود (زیرا که فشار دمه درون بالن بواسطه آبگونه شدن خیلی کم شده است) ودراین حالت آب بالن باندازه سرد شده است که دیگر دست را نمیسوزاند.

۲ ـ اگر درآبگونه جسمی حل کنیم نقطه جوش بالا میرود

عنی آبگونه دیرتر میجوشد و بهمین جهت است که آب نمک دیرتر
ز آب بجوش میآید .

۳ـ زینه حرارت جوش تاهنگامیکه تمام آبگونه دمه شود ثابت
ی ماند مثلا آب که جوش میآید تا وقتیکه آخرین قطره آن دمه شود
رارت آن صد است (در فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه)

دمه شدن (تبخیر) ـ ممکن است دمه شدن آبگونه‌ها بدون
جوشیدن انجام شود مثلا همه‌روزه می‌بینیم که آب حوضها دمه می
وند بدون آنکه بجوشند این‌عمل را دمه‌شدن نامند ـ دمه شدن
بع قانونهای زیر است :

۱ ـ هرچه‌سطح ظرفی که آبگونه در آن‌است زیادتر و گودی
ن کمتر باشد دمه‌شدن‌تندتر است .

از این جهت است که پس از بارندگی آبهای خیابانها زودتر
خار میشوند .

۲ـ هرچه بخار آب هوای روی آبگونه کمتر باشد دمه شدن
ند تر است ازاین‌جهت است که وزیدن باد باعث خشك شدن آب
کوچه‌ها میشود . واگر پارچه‌های‌شسته‌را دراتاقی‌پهن کنیم بمناسبت
نکه پس از مدت کمی بخار آب در هوای اتاق بواسطه دمه شدن
ب پارچه زیادمیشود پارچه دیر خشك میشود . وحال آنکه‌اگر در
قابل هوای آزادبویژه درجریان هوا آنرا بگسترانیم زودتر خشك
ی گردد .

آبگونه شدن ـ هنگامیکه دمه را سرد کنیم و یا فشار آنرا
یاد کنیم اندك اندك آبگونه میشود و آبگونه شدن تابع قانونهای
یر است :

۱ ـ زینه حرارت آبگونه شدن هنگامیکه فشار ثابت بماند تا آخر کار ثابت میماند .

۲ـ اگر فشار زیاد شود حرارت آبگونه شدن پائین میآید .

زینه حرارت دج شدن (انجماد) ـ هر آبگونه‌ای در زینه معین حرارت دج میشود مثلا آب در حرارت صفر و جیوه در زینه ۹ر۳۸ ـ و سرب گداخته در حرارت ۳۲۷ دج میگردد .

تغییرات زینه حرارت دج شدن ـ بایددانستکه تغییر دماء دج شدن تابع دوقانون زیر است :

۱ ـ اگر فشار کم و زیادشود نقطه دج شدن هم پائین و بالا میرود مثلا یخی راکه زینه حرارت آن کمتر از صفر است ممکن است در اثر فشار بگدازند یعنی نقطه دج شدن را پائین تر از صفر ببرند .

۲ـ اگر در آبگونه جسمی حل کنیم نقطه دج شدن پائین میآید. مثلا آب دریا که نمك دارد دیرتر از آب حوضها یخ می‌بندد .

۳ـ زینه حرارت دج شدن تا زمانیکه تمام آبگونه دج شود پایدار میماند مثلا حرارت از آغاز یخ بستن تا آخر که تمام آب یخ ببندد در صفر میماند .

حرارت گداز ـ اگر دج را گرما دهیم در زینه معین حرارت گداخته میشود . مثلا یخ در حرارت صفر و سرب در حرارت ۳۲۷ و آهن در حرارت ۱۵۳۰ گداخته میشود .

تغییرات حرارت گداز ـ تغییرات نقطه گداز مطابق دوقانون زیر است .

۱ـ اگر فشار زیاد شود جسم زودتر گداخته میشود مثلا برای

یخ گفتیم که دراثر فشار زیاد آب میشود .

۲ ـ اگر دج ناب نباشد یعنی جسم دیگری باآن آمیخته شده باشد دج زودتر گداخته میشود مثلا سرب در حرارت ۳۲۷ گداخته میشود ولی اگر اندکی قلع باآن بیامیزیم زودتر گداخته‌میشود .

۳ ـ حرارت گداز تا هنگامیکه تمام جسم گداخته شود ثابت میماند مثلا یخ که درحال گداختن است حرارت آن تازمانیکه تمام یخ گداخته شود صفر است .

فرازش (تصعید) ـ فرازش عبارت است از گاز شدن برخی از دجها بدون آنکه آبگونه شوند مثلا یدرا که اندکی گرم کنیم گاز میشود بدون آنکه آبگونه گردد . درحقیقت این اجسام آنهائی هستند که نقطه گداز آنها با نقطه جوشیدنشان نزدیك هم ویا یکسان است از این جهت جسم درهمان زمانی که گداخته میشود باید گاز گردد ودر نتیجه دیگر آبگونه نمیشود .

۷- اجسام بلوری واجسام بیشکل ـ پاره از دجهادارای دانه‌هائی باشکل معین میباشند که دانه های آن از هرطرف بیك رویه محدود میشودمابین این رویه‌هازاویه‌های ثابت ومعینی وجوددارد و میگویند دج شکل بلور دارد ویابلورین است این‌دانه‌ها ممکن است درشت ویاریز باشد مانند نمك خوردنی زاجها وقند و غیره که دانه های آنها بلورین وبچشم دیده میشوند .

برخی دیگر ازدجها دانه‌های بلورین ندارند مثل نشاسته و آرد وچسب‌ها .

اجسام‌بلورین هنگامی درآب ویا حلالی حل‌شوند ذرات آن

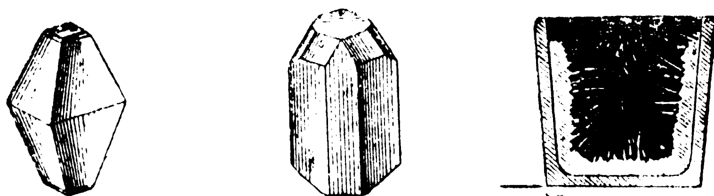
ها بقدری ریز میشوند که مابین ذرات حلال قرار میگیرند وازجدار کاغذ شامه (غشاء) های نیمه‌تراوا میگذرند (شامه نیم‌تراوا شامه‌ای است از کاغذ صافی که سوراخهای آن بهم نزدیك‌تر است) اگر کاغذ صافی را درجوهر گوگرد غلیظ فروبرده سپس خشك کرده و بعد بشویند کاغذ مشمعی شکل شده وآبگونه‌ها ومحلول اجسام بلورین (مثل محلول قند ونمك) از آن میگذرند ولی چسب وارها که در زیر بیان میکنیم نمی‌توانند از آن بگذرند .

اجسام بیشکل هنگامیکه در آب و یا آبگونه دیگر ریخته شوند ذرات آنها درآبگونه شناور میماند وآنقدر ریز نمیشوند که بتوانندمابین‌ذرات حلال قرار بگیرند وازجدار شامه نیمه‌تراوا نمیتوانند بگذرند ولی‌برخی ازآنها میتوانند از جدار کاغذ صافی بگذرند مثل مرکب وصمغ و چسب ها و بدین جهت این اجسام را چسب‌وارمینامند . اگر محلول اجسام‌بلورین‌را دمه کنیم پس‌ازخشك شدن‌دانه‌های بلورین مقداری‌آب درخود نگاه میدارند که آنراآب بلور نامند که ممکن است گاهی که در مقابل هوا بماند آب بلور خارج شود و شکل بلور را تغییر دهد در اینصورت میگویند جسم بلورین شکفته شده است مثل دانه‌ها سولفات سدیم که در مجاورت هوا آب میشود .

همشکلی ــ پاره از اجسام بلورین بیك‌شکل بلوری میشوند مثل زاجها که بشکل مکعب بلوری میشوند این اجسام را همشکل نامند واین‌خاصیت را همشکلی میگویند .

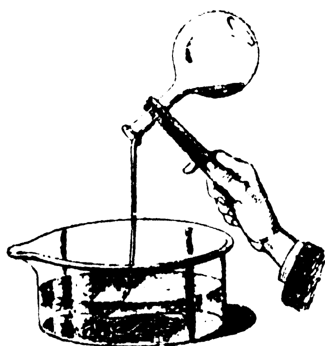
چندشکلی ــ برخی ازاجسام ممکن‌است چند شکل داشته

باشند مثل گوگرد که اگر محلول آنرا در سولفور کربن بدست آورده و سپس بلوری سازیم بشکل هشت رویه (هشت سطحی) بلوری میگردد و چنانچه آنرا گداخته بتدریج سرد نمائیم بشکل سوزنهای شوشه‌ای (منشوری) شکل بلورین میشود مطابق شکل ۳ و ٤ و ۵



شکل ۳ و ٤ و ۵

و اگر یکباره گداخته آنرا در آب ریخته وسرد نمائیم بشکل موم سیاه درمیآید که نرم است ولی پس از مدتی زرد رنگ شده و شکننده میگردد ش ٦



شکل ٦

همچنین فسفر که هم سفید وهم قرمز آن وجود دارد. باید دانست که تبدیل شکل های مختلف یکجسم چند شکل بهم بسهولت و آسانی انجام مییابد و بیشتر بیاری گرما حاصل میشود.

خاصیت‌های فیزیکی شکل های مختلف یکجسم که بچند شکل درمیآید بایکدیگر مختلف است ولی خاصیت‌های شیمیائی همه آنها یکسان است زیرا که جنس آنها که خواص شیمیائی بستگی بآن دارد تغییر نکرده است.

بخش دوم

واکنش (فعل وانفعال) های شیمیائی وقانونهای آن

۷- بیشتر اجسام شیمیائی باهم میل ترکیب دارند واگر آنهارا نزدیك هم قرار دهیم یارویهم بریزیم ممکن است بدون گرما و یابیاری گرما در حرارت کم وزیاد بایکدیگر ترکیب گردند این کیفیت را واکنش شیمیائی مینامند.

گاهی میل ترکیب و جاذبه شیمیائی دو جسم باندازه‌ای است که واکنش باشدت وتندی انجام یافته وتولید گرما مینماید مثلا اگر جوهر گوگرد را قطره قطره درروی محلول سود بریزیم مثل آتشی که داخل آب کنیم صدا کرده و محلول میجوشد ودمه از آن برمیخیزد و ممکن است محلول را بسر وصورت بپاشد.

ازاینجهت آزمایش باید بادقت وملایمت انجام یابدتااندك اندك سود وجوهر گوگرد ازمیان برود وازترکیب آنهانمکی درست شود که آنرا سولفات سدیم مینامند. اگر آزمایش را با دقت انجام دهیم وپس ازسرد شدن هر بار بامحلول آفتاب گردان محلول سود راآزمایش نمائیم مشاهده خواهیم کرد هنگامی خواهد رسید که اگر یك قطره جوهر گوگرد بیشتر بیفزائیم رنگ آفتاب گردان برگشته و قرمز میگردد. دراین هنگام واکنش تمام شده‌است ودیگر درمحلول سود باقی نمانده است. ممکن است همین آزمایش را باجوهر نمك ومحلول پتاس ویاجوهر شوره ومحلول آب آهك ویابطور کلی بایك اسید و

یك باز آزمایش نمود و مشاهده کرد که همیشه کم و بیش گرما تولید میشود و اسیدو بازیك‌دیگر راخنثی میکنند بنابراین نتیجه‌میگیریم که‌همیشه اسیدها و بازهاباهم میل ترکیب دارندواگر نزدیك‌هم باشند اندك‌اندك درهم تأثیر میکنند و چنانچه محلول آنها راروی‌هم‌بریزند یکباره‌بایك‌دیگر ترکیب شده‌و یکی‌دیگری راباشدت خنثی‌مینماید. ازاین جهت است که در آزمایشگاهها شیشه‌های آنهارا نبایدنزدیك هم ودریك مکان قرارداد اگر درترکیب اسیدها بابازها دقت کنیم می بینیم که جنس و شمار بعضی عناصر ترکیب کننده اجسامی که باهم ترکیب شدندتغییر میکند مثلا درترکیب سود وجوهر گوگرداین دوجسم از بین میروند و جسم جدیدی پیدا میشود که آنرا سولفات سدیم مینامند بنابراین دوجسم تبدیل بیك جسم‌شدند که جنس آنها یکی نیست و از آنجا چنین نتیجه میگیریم که :

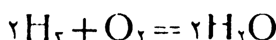
در هرواکنش شیمیائی جنس وشمار اتمهای اجسامی که درهم تأثیر میکنند نباید تغییر کند .

۸- برابرهای‌شیمیائی-برای آنکه‌یك‌ترکیب‌شیمیائی‌رانمایش دهند آنرا بصورت برابر درمیاورند یعنی درطرف چپ اجسامی‌را که‌میخواهندبایکدیگر ترکیب‌شوندنوشته ودرسمت راست‌اجسامی راکه از ترکیب اجسام دست‌چپ پیدا شده‌اند مینویسند ومابین‌آنها خطی بشکل تیر که جهت ترکیب‌رانمایش میدهد قرار میدهندمثلا ئیدرژن بااکسیژن ترکیب شده و تولید آب میکنند بنابراین برابر شیمیائی‌آن چنین نمایش داده میشود:



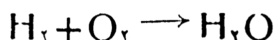
$$۲H_۲ + O_۲ \longrightarrow ۲H_۲O$$

در این آزمایش دیده میشود که واکنش از چپ براست است و دو ذره ئیدرژن بایك ذره اکسیژن ترکیب شده دو ذره آب داده است و ئیدرژن واکسیژن از بین رفته است ولی آنهارا در برابر باید نمایش داد تامعلوم گردد که چگونه وبچه نسبت بایك دیگر ترکیب شده اند. مرسوم شده است که بجای تیر گاهی تساوی بگذارند مثلا برابر بالارا چنین نمایش دهند .

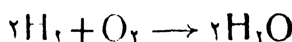


ولی این رسم چندان دقیق نیست و نمایش پیش صحیح تر است .

برای نوشتن برابرها نخست باید اجسامی را که باهم ترکیب میشوند در سمت چپ نوشت و دانست که چگونه بایك دیگر ترکیب میشوند تا بتوان جسم جدیدی را که پیدا میشود درسمت راست برابر نمایش داد آنگاه همگی آنها را باید دقت کرد تا در دو طرف یکسان باشد یعنی هر قدر از یك عنصری درسمت چپ است در سمت راست هم همان اندازه وجود داشته باشد . مثلا در ترکیب ئیدرژن با اکسیژن نخست چنین مینویسیم .



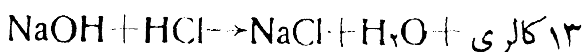
یعنی میدانیم که ئیدرژن بااکسیژن ترکیب شده آب میدهد . حال مشاهده میکنیم که درسمت چپ یك ذره اکسیژن یعنی دواتم اکسیژن لازم است ودرسمت راست که آب تشکیل شده یك اکسیژن بیشتر ندارد بنابراین بایددوذره آب تشکیل شود وچون دوذره آب چهارتا ئیدرژن دارد در نتیجه باید دوذره ئیدرژن گرفت تابرابر زیر حاصل شود .



$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

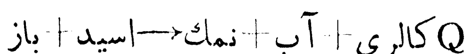
باید دانست که همگر (ضریب) مال ذره است و شماره‌ای که در زیر هر عنصر است تنها بدان عنصر تعلق دارد مثلا در فرمول $2H_2O$ همگر ۲ هم برای ئیدرژن است وهم برای اکسیژن وحال آنکه شماره ۲ درزیر ئیدرژن تنها مال ئیدرژن است .

درهر واکنش شیمیائی ممکن است مقداری گرما گرفته ویا پس داده شود بنابراین اگر بخواهیم دربرابر شیمیائی این کیفیت را هم نمایش دهیم باید مقدار گرما را در سمت راست افزوده ویا کم نمائیم مثلا چنانکه گفتیم ترکیب اسیدها و بازها گرما پس میدهد و مقدار آن برای محلول سود وجوهر نمك مساوی ۱۳ کالری است بنابراین برابر آن چنین نوشته خواهد شد .



$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + \text{۱۳ کالری}$$

ویا بطور کلی



باز + اسید ← نمك + آب + Q کالری

که در آن مقدار Q مثبت و برای اسیدها و بازهای مختلف یکسان نیست .

اگر ترکیب دو جسم مثل A و B گرما بگیرد و جسم AB را تشکیل دهد برابر را چنین نمایش میدهند :



$$A + B \rightarrow AB - Q\ \text{کالری}$$

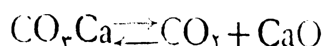
مقدار Q منفی و برای اجسام مختلف متغیر است .

واکنش دو طرفه ـ درواکنش پیش دیدیم که اجسام سمت

چپ برابر ازبین میروند واجسام سمت راست پیدامیشوند ازاین جهت این ترکیب را واکنش یکطرفه مینامند .

گاهی ممکن است اجسامی که درسمت راست برابر پیدامی شوند همینقدر که غلظت ومقدار آن‌ها زیادشود رویهم تأثیر کرده و اجسام سمت چپ برابر را دو باره بوجود آورند در این صورت واکنش را دوطرفه نامند وخط مابین دوسمت برابر راچنین نمایش میدهند $\rightleftarrows$

مثلا سنگ آهن (کربنات کلسیم)راکه گرما دهیم تجزیه‌شده گاز کربنیك وآهك میدهد ولی اگردر کوره آهك‌پزی گاز کربنیك را بیرون نکنند وفشارش‌زیادشود درروی آهك تأثیر کرده‌ودوباره مقداری‌سنك آهك تشکیل میشود بطوریکه هیچ کدام‌ازاجسام‌برابر بکلی ازبین نمیروند ازاین جهت این برابر را بصورت زیر نمایش میدهیم .



$$CO_3Ca \rightleftarrows CO_2 + CaO$$

قانونهای ترکیب شیمیائی

این قانونها ممکن است چونی(کیفی) یاچندی (مقداری)ویا گنجی (حجمی) باشد .

۹ - قانون پایدار ماندن عنصر - درهر ترکیب شیمیائی هیچ عنصری ازبین‌نمیرود وتنها جای خودرا تغییر میدهد مثلادرترکیب سود باجوهرنمك چنین خواهیم داشت :



$$NaOH + HCl \rightarrow ClNa + H_2O$$

چنانکه می بینیم در این ترکیب تمام عنصرهای سمت چپ برابر در سمت راست آن نیز هستند منتهی عنصر کلر باسدیم جای خود را تغییر داده‌اند وازاین تغییر جانمك خوردنی و آب بدست آمده‌است این قانون چنانکه مشاهده میکنیم چونی است یعنی چگونگی ترکیب را نشان میدهد و ثابت میکند که واکنش شیمیائی هیچ عنصری راااز بین نمیبرد.

۱۰ - قانون پایدار ماندن جرم - درهر برابر شیمیائی حاصل جمع جرم‌های اجسام سمت چپ باحاصل جمع جرم‌های اجسام سمت راست مساوی است. و یا بعبارت دیگر ترکیب شیمیائی جرم را تغییر نمیدهد.

برای اثبات عملی این قانون آزمایش زیر را مینمائیم:

بیکی از کفه های تراز ولوله دوشاخه شیشهٔ را که بشکل ۸ است آویزان میکنیم. دریکی ازشاخه‌های این لوله محلول سود ریخته‌ایم ودرشاخه دیگر محلول جوهر نمك. سپس باسنگی که‌در کفه دیگر قرار میدهیم‌ترازو راتراز میکنیم آنگاه لوله ۸ راطوری بر میگردانیم که محلول‌سود وجوهر نمك‌رویهم ریخته وبایکدیگر ترکیب شوند از واکنش این ترکیب گرما تولید میشود وپس‌ازسرد شدن مشاهده میکنیم که تراز ترازو تغییر نکرده است.

واز آنجا نتیجه میگیریم که ترکیب شیمیائی درجرم تأثیری ندارد وتنهاانرژی‌میگیرد ویاپس‌میدهدو گرمائی که درترکیب‌تولید میشود درحقیقت انرژی شیمیائی است که تبدیل به گرما شده است ودرفیزیك‌هم‌ثابت میکنند که قانونی نظیر همین‌قانون برای‌پایداری

انرژی وجود دارد یعنی اگر انرژیها بهم تبدیل شوند مقدار آن کم وزیاد نمیشود وتنهاشکل آنها تغییر میکند. مثلا آب یك آبشار که میریزد یك چرخرا میگرداند و این چرخ ممکن است تولید برق کند وبرق تولید روشنائی وگرما نماید و گرمای آن باعث ترکیب شیمیائی دوجسم گردد. درتمام این‌تغییرات‌مقدارانرژی ثابت‌میماند منتهی شکل آن تغییر میکند و اگر مقدار آنرا درتمام حالت ها حساب نمائیم یکسان خواهد بود.

این‌سه قانون مهم‌را لاووازیه دانشمند شهیرفرانسوی‌درآخر قرن هیجدهم کشف کرد وباآزمایشهای بیشمار درستی و صحت آنها را ثابت نمود وبطور کلی باین نتیجه رسید:

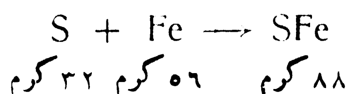
«درجهان هستی هیچ چیز نیست نمیشود وهیچ چیزی‌هم خود بخود هست نمیگردد»

پیش از لاوازیه مردم بدین عقیده نبودند و مثلا میگفتند هنگامیکه‌چوب‌میسوزدآشکارااز سنگینی آن کاسته‌میشودومقداری از آن نیست میشود بدون‌آنکه بدانند هنگامیکه چوب میسوزد از هوا اکسیژن گرفته ودودی‌که برمیخیزد و بنظر آنها نیست میشود گاز انیدرید کربنیك است که از ترکیب کربن چوب با اکسیژن هوا ایجاد شده است و یابخار آبی‌که بلند میشود از ترکیب ئیدرژن و اکسیژن چوب بوجودآمده است‌که اگر مقدار کربن و ئیدرژن و اکسیژن چوب را بدقت حساب‌کنیم وبا خاکستر چوب‌جمع نمائیم مشاهده خواهیم کرد که مساوی سنگینی چوب خواهد شد بنابراین معلوم میشود که سوختن چوب که یکنوع ترکیب اکسیژن هوا با

عناصر مرکب کننده آنست هیچ یك ازعنصرها را نیست نکرده‌است وجرم آنها را تغییر نداده است تنها شکل آنها را تغییر داده و گازی شکل نموده است .

۱۱-قانون نسبتهای پایدار - هرگاه‌دو جسم بانسبت‌معین‌ترکیب شوند وجسم سوم‌مشخص بدهند همیشه برای تولید شدن جسم سوم نسبت اجزاء ترکیب کننده ثابت‌است هر چند که این‌ترکیب براههای مختلف صورت گیرد .

و یا بعبارت دیگر نسبت‌جرم جسم مرکب کننده همیشه ثابت میماند مثلا اگر بخواهیم براده آهن را باخاك گوگرد ترکیب نمائیم ترکیب مطابق فرمول زیر انجام میبابد :



یعنی برای بدست آوردن ۸۸ گرم سولفور آهن باید ۵۶ گرم آهن را با ۳۲ گرم گوگرد ترکیب کرده واگر ٤٤ گرم سولفورآهن لازم‌داشته‌باشیم باید ۲۸ گرم آهن را با ۱٦ گرم گوگردترکیب‌نمائیم وچنانکه‌مشاهده میکنیم‌می‌بینیم که گوگرد و آهن‌همیشه‌بنسبت:

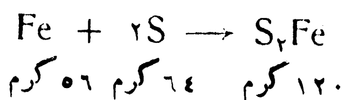
مقداری ثابت $= \frac{۵٦}{۳۲} = \frac{۲۸}{۱٦}$ با یکدیگر ترکیب می شوند و یا بعبارت دیگر :

نسبت $\frac{٤٤}{۲۸} = \frac{۸۸}{۵٦} =$ مقداری است‌ثابت

وهم‌چنین نسبت $\frac{٤٤}{۱٦} = \frac{۸۸}{۳۲} =$ مقداری‌است‌ثابت

و بهروسیله که‌این‌سولفورآهن را بدست بیاوریم‌مقدارعناصر مرکب‌کننده‌اش بنسبت بالا ترکیب‌خواهند شد .

باید دانست که یك سولفور آهن دیگر نیز هست که مطابق فرمول زیر بدست میآید .



$$Fe + 2S \longrightarrow S_2Fe$$

۱۲۰ گرم ۶۴ گرم ۵۶ گرم

اما شرایط ترکیب یکسان نیست یعنی مثل پیش از آمیختن خاك آهن و خاك گوگرد و سوزاندن گوگرد بدست نمیآید . این سولفور در طبیعت خود بخود در شرایط دیگری تشکیل شده و کان های آهن را تشکیل داده است .

مثال بالا قانون نسبتهای معین را لغو نمینماید زیرا که در اینجا هم میگوئیم برای بدست آوردن ۱۲۰ گرم S_2Fe همیشه باید جرم معینی از گوگرد (۶۴ گرم) باجرم ثابتی از آهن (۵۶ گرم) ترکیب شود و یا بعبارت دیگر برای ساختن S_2Fe از هر راهی که باشد

باید نسبت $\frac{S_2Fe}{S}$

و یا $\frac{S_2Fe}{Fe}$ ثابت بماند .

قانون بالا بنام قانون پروست مشهور است

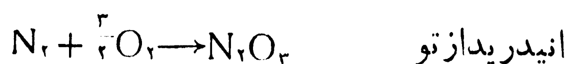
۱۲ - قانون نسبتهای بس شمرده (مضروب)- هرگاه از ترکیب جسمی باجسم دیگر چندین ترکیب حاصل شود همیشه جرم معینی از یکی از آنها با جرم های مختلف از جسم دوم بطوری ترکیب میشود که جرمهای مختلف جسم دوم بس شمار (مضرب صحیح هم هستند مثلا در بالا دیدیم که از ترکیب آهن با گوگرد ممکن است در شرایط مختلف SFe یا S_2Fe تولید شود در این دو ترکیب چنانکه می بینیم جرم معینی

از آهن ۵۶ گرم باجرمهای مختلف گوگرد ترکیب شده‌است و جرم گوگرد در SFe مساوی ۳۲ گرم ودر S_2Fe مساوی ۶۴ = ۳۲×۲ است که بس‌شمار هم هستند.

همچنین از ترکیب اکسیژن با نیتروژن یا ازت در شرایط مختلف پنج ترکیب زیر بدست میآید.













اگر حساب کنیم که در هر یک‌ازاین ترکیبها بایك اتم نیتروژن (۱۴ گرم) چه مقدار اکسیژن ترکیب شده است بترتیب چنین خواهیم داشت.

در اولی ۸ گرم اکسیژن با ۱۴ گرم نیتروژن‌ترکیب‌شده‌است

در دومی ۱۶ گرم » » » » » » »

در سومی ۲۴ گرم » » » » » » »

در چهارمی ۳۲ گرم » » » » » » »

در پنجمی ۴۰ گرم » » » » » » »

در ششمی ۴۸ گرم » » » » » » »

چنانکه مشاهده میکنیم تمام این شماره ها بترتیب بس شمار ۱و۲و۳و٤و٥ کوچکترین آنها که شماره (۸) است میباشند.

این قانون بنام قانون دالتن موسوم است

شمارهای نسبی - از قانونهای بالا نتیجه میگیریم که عناصر با یکدیگر در شرایط معین همیشه با نسبت معینی ترکیب میشوند حال باید بدانیم که این نسبت را چطور معین نموده‌اند.

چون اکسیژن باتمام عناصر ترکیب میشود از این جهت جرم آنرا مقیاس قرار میدهند وسپس معین میکنند که عناصر دیگر بچه نسبت باآن ترکیب میشوند مثلا در آب آزمایش نشان میدهد که با ۱٦ گرم اکسیژن ۲ گرم ئیدرژن ترکیب شده است و در ترکیب اکسیژن بازغال (اکسید کربن) معلوم میگردد که با ۱٦ گرم اکسیژن ۱۲ گرم کربن ترکیب شده‌است و همچنین در ترکیب نیتروژن با اکسیژن مشاهده میگردد که با ۱٦ گرم اکسیژن ۱٤ گرم نیتروژن ترکیب شده است از این جهت شمار های ۲و۱۲و۱٤ را بترتیب شمار نسبی ئیدرژن و کربن و نیتروژن نسبت باکسیژن نامند. و ما در پیش در جدول عناصر شمار های نسبی هر عنصری را در مقابل آن نوشته‌ایم.

۱۳-قانون شمارهای نسبی - در ترکیب کربن بااکسیژن می بینیم که دو ترکیب حاصل میشود یکی اکسید کربن CO و دیگری انیدرید کربنیك CO_2 در اولی ۱٦ گرم اکسیژن با۱۲ گرم کربن ترکیب شده ودر دومی ۳۲ گرم اکسیژن با۱۲ گرم کربن ویا ۱٦ گرم اکسیژن با٦ گرم کربن ترکیب شده‌است بنابراین در اولی شمار نسبی کربن ۱۲ و در ترکیب دوم شمار نسبی آن ۱٦ است وچنانکه می‌بینیم ٦ و۱۲ بس

شمار صحیح هم هستندواز آنجاقانون زیر نتیجه میشود هر گاه عنصری چندین شمار نسبی داشته باشداین شمارها بس شمار صحیح هم هستند این قانون بنام قانون ریشتر معروف است .

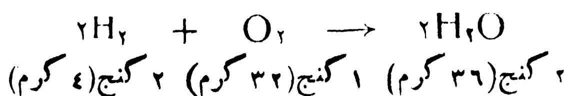
۱۴ - قانونهای گنجی - قانونهائی که تابحال شرح دادیم تمام برای دجها و آبگونه ها بودولی میدانیم که اجسام گازی شکل هم در طبیعت فراوان است و باید بدانیم که آیا قانونهای بالا برای گازها هم صدق میکنند یاخیر .

قانون لاووازیه قانون لاوازیه برای جرم گازها صدق میکنند یعنی :

هر گاه دو یاچند گاز بایك دیگر ترکیب شده وجسمها دیگری گازی شکل ویادج ویاآبگونه بوجود آورند جرم جسم های مرکب مساوی است بحاصل جمع جرم گازهای مرکب کننده آن ها.

همچنین عناصر جسمهای مرکب مساوی است بعناصر جسم های مرکب کننده یعنی هیچ عنصری درترکیب گازها از بین نمیرود.

ولی باید دانست که قانون لاوازیه برای گنج گازها صدق نمیکنند . یعنی در ترکیب چندین گاز که جسمهای مرکبی میدهند گنج گاز های مرکب مساوی حاصل جمع گنج های گاز های مرکب کننده نیست . زیرا که جسم مرکب ممکن است آبگونه باشد که گنج آن در مقابل گنج گازهای مرکب کننده ناچیز است وعلاوه براین میدانیم که ممکن است دویاچند گنج گاز بایکدیگر ترکیب شده و یك گنج گاز بدهند مثلادر ترکیب ئیدرژن واکسیژن که مطابق فرمول زیر انجام میپابد .

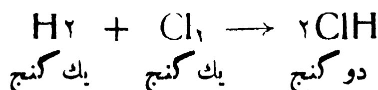


$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

۲ گنج(٤ گرم) ۱ گنج(۳۲ گرم) ۲ گنج(۳٦ گرم)

می‌بینیم که دوذره ئیدرژن بایك ذره‌اکسیژن ترکیب شده و تولید ۳٦ گرم = ۱۸ × ۲ آب میکنند که گنج آن ۳٦ سانتیمتر مکعب است وحال آنکه میدانیم یك ذره اکسیژن ٤ر۲۲ لیتر گنج دارد ودو ذره ئیدرژن ۸ر٤٤ لیتر = ٤ر۲۲ × ۲ گنج دارد که پس از ترکیب تولید ۳٦ گرم آب میکنند.

قانون نسبت‌های پایدار – این قانون هم برای گنج وجرم گاز ها صدق میکنند یعنی هرگاه دو گاز بایك دیگر بنسبت معین ترکیب شده وجسم آبگونه و گازی شکل دیگری تولید نمایند همیشه برای بدست آوردن این جسم باید گنج دو گاز مرکب کننده را بهمان نسبت بایك دیگر ترکیب کرد. مثلا برای بدست آوررن دو گنج جوهر نمك مطابق فرمول زیر یك گنج گاز ئیدرژن را بایك گنج گاز کلر ترکیب میکنیم:



$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2ClH$$

یك گنج یك گنج دو گنج

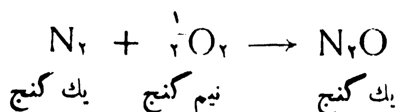
بنابراین هرگاه بخواهیم ۲ گنج جوهر نمك بدست بیاوریم باید گاز کلر و ئیدرژن را بنسبت مساوی باهم ترکیب کنیم وگرنه مقداری از گازی که زیادی است بدون ترکیب باقی خواهد ماند همینطور اگر در مثال پیش بخواهیم ۲ گنج دمه آب بدست آوریم لازم است که دو گنج گاز ئیدرژن را بایك گنج گاز اکسیژن ترکیب نمائیم.

قانون نسبتهای بس‌شمرده ـ این قانون نیز برای گازها عمومیت دارد یعنی:

هرگاه گازی با گاز دیگر چندین ترکیب بدهد. همیشه گنج معینی از این گاز با گنجهای مختلفی از گاز دیگر طوری ترکیب می شود که گنجهای مختلف این گاز دوم بس‌شمار صحیح هم هستند.

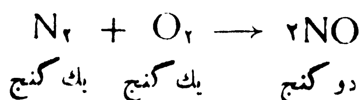
مثلاً گاز ازت با گاز اکسیژن چندین ترکیب میدهد.

اکسید ازتو



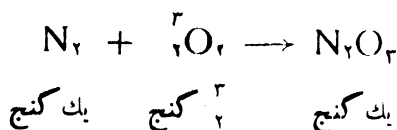
$$N_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow N_2O$$

اکسید ازتیك



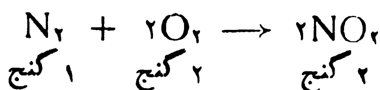
$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$$

انیدرید ازتو



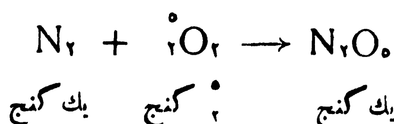
$$N_2 + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow N_2O_3$$

پراکسید ازت



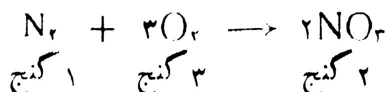
$$N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

انیدرید ازتیك



$$N_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow N_2O_5$$

انیدرید پرازتیك



$$N_2 + 3O_2 \longrightarrow 2NO_3$$

۱ گنج ۳ گنج ۲ گنج

چنانکه در تمام این ترکیبات می بینیم گنج مقدار اکسیژن نهائی که بایك گنج ازت ترکیب شده‌اند همه بترتیب بس شمار صحیح ۱و۲و۳ و٤و٥و٦ نخستین آنها (یعنی نیم گنج) هستند.

۱۵-تراز گازها-چنانکه در پیش شرح دادیم گازها شکل و گنج معینی ندارند و ذرات آنها به اندازه‌ای آزاد است که اگر گنج آنهارا محدود ننمائیم پیوسته ازهم دور میشوند و گنج گاز زیاد میشود و در نتیجه فشار آن کم میگردد. بنابراین مشاهده میکنیم که فشار هر گاز با گنج آن بستگی دارد اکنون اگر گازی مثل هوارا که دردرون یك بالن است بنظر آورده و دربالن را باچوب پنبه محکمی ببندیم آن گاه بملایمت آنرا گرما دهیم هوا دراثر گرما مایل است گنج خودرا زیاد کند و چون در بالن بسته است فشار هوا بتدریج زیاد گردیده و یك مرتبه بالن میترکد از آنچه شرح دادیم نتیجه میگیریم که حالت هر گازی وقتی پایدار است که گنج وفشار وزینه حرارت آن تغییر نکنند والا اگر یکی ازاین سه همگر تغییر نماید تراز گاز تغییر خواهد کرد کیفیت این تغییر رابوسیله آزمایش معین نموده و ثابت کرده‌اند که تابع قوانین زیر است.

۱۶-قانون ماریت-هرگاه گازی پایدار بماند ولی گنج آن تغییر نماید فشار آن نیز تغییر خواهد نمود.

یا بعبارت دیگر همیشه حاصل ضرب فشار در گنج پایدار میماند یعنی مثلا اگر گنج گاز نصف شود فشار آن دو برابر خواهد شد. ویا بعبارت دیگر اگر فشار گاز را به P و گنج آنرا به V و زینه حرارت آنرا به t نمایش دهیم هنگامیکه زینه حرارت ثابت بماند و P تغییر نموده وتبدیل به P' ویا P'' گردد گنج V هم تغییر کرده تبدیل به V' یا V'' خواهد شد بطوری که :

$$PV = P'V' = P''V'' = \cdots = K$$

K مقدار پایداری است که بستگی بافشار و گنج نخستین گاز دارد.

مثال-فرض میکنیم که حرارت مقداری گاز ۱۰ زینه باشدو گنج گاز متناوباً مساوی نیم لیتر و یك چهارم ویك هشتم لیتر گردد فشار آن هر بار چه خواهد بود. از روی فرمول ماریت چنین خواهیم داشت.

۱ لیتر × ۱ جو = $\frac{1}{2}$ لیتر × P' = $\frac{1}{4}$ لیتر × P'' = $\frac{1}{8}$ لیتر × P''' = K = ۱

و ازآنجا چنین نتیجه میشود.

P' = ۲ جو

P'' = ۴ جو

P''' = ۸ جو

یادآوری - باید دانست که قانون ماریت برای تمام گازها صدق نمیکند و تنها برای گازهای کامل یعنی گازهائیکه بآسانی آبگونه نمیشوند صدق میکند وبرای گازهائی هم که بسختی آبگونه میشوند تازمانیکه بحالت آبگونه شدن نزدیك نشده اند کم و بیش

صدق میکنند. زیرا میدانیم هر گازی بر اثر فشار کافی سرانجام آبگونه میگردد و از همین راه است که بیشتر گازها را آبگونه مینمایند و آشکار است که اگر گازی در اثر فشار آبگونه گردید گنج آن ناچیز میشود و دیگر PV پایدار نمیماند یعنی اگر فشار را مثلا ده برابر کنیم گنج آن بمناسبت آبگونه شدن گاز بهمین نسبت کوچك نمیگردد و از آنجا نتیجه میگیریم که روی هم رفته قانون ماریت تقریبی است وبویژه در مورد گازهائی که زود آبگونه میشوند و یا آنقدر سرد شده اند که نزدیك بآبگونه شدن هستند راست نمیآید.

۱۷ـ قانون گیلوساك - اگر زینه حرارت گازی تغییر کند ناچار فشار و گنج آن نیز تغییر میکند واگر ازاین دو عامل یکی را ثابت نگاه داریم دیگری بنسبت معینی تغییر میکند وبزرگ میشود.

الف ـ وقتیکه گازی از صفر زینه حرارت به t زینه برسد و V پایدار بماند فشاراز P_0 به P_t میرسد و چنین خواهیم داشت:

$$P_t = P_0(1 + \alpha t) \quad (۱)$$

ب ـ هنگامیکه دماء گازی ازصفر به t زینه برسد و P پایدار بماند گنج از V_0 به V_t میرسد.

$$V_t = V_0(1 + \alpha t) \quad (۲)$$

بدیهی است اگر دماء نخستین صفر نبوده t باشد و بخواهیم گنج گاز را درزینه حرارت t' حساب کنیم بایدنخست V_0 را حساب کرده وسپس V_t' را بدست آورد.

α عبارتست از همگر انبساط گازها و مساوی است با $\frac{۱}{۲۷۳}$

چنانکه در فرمول (۱) و (۲) می‌بینیم هنگامیکه زینه حرارت تغییر میکند اگر گنج پایدار بماند فشار تغییر میکند و اگر فشار پایدار بماند گنج تغییر خواهد کرد.

مثال ۱ – گنج گازی در ۱۵ زینه حرارت مساوی ۵۰۰ سانتیمتر مکعب است و فشار آن مساوی یك جواست معلوم کنید اگر گاز را گرم کرده و آنرا به ۳۰ زینه حرارت برسانیم گنج آن چه خواهد شد.

$$\alpha = \frac{1}{273}$$

$$V_{30} = V_0(1 + 30\alpha)$$

$$V_0 = \frac{V_{15}}{1 + \quad \alpha}$$

پس
$$V_{30} = \frac{V_{15}(1 + 30\alpha)}{1 + 15\alpha}$$

$$V_{30} = 500 \frac{\left(1 + \frac{30}{273}\right)}{1 + \frac{15}{273}} = 520$$

مثال ۲ – فشار معمولی هوا در کنار دریا و در زینه حرارت صفر برابر فشار یك ستون جیوه ببالای ۷۶ سانتیمتر است معین کنید اگر زینه حرارت مقداری هوا را به ۱۵ برسانیم و گنج آن پایدار بماند مقدار خواهد شد.

حل – مطابق قانون کیلوساك چنین خواهیم داشت:

$$P_t = P_0(1 + \alpha t)$$

وازآنجا $P_{15} = 76\left(1 + \frac{15}{272}\right) =$ ۱۱۷ر۸ سانتیمتر جیوه

۱۸ - قانون آوگادرو - این قانون نتیجه دو قانون ماریت و گیلوساك است و چنین بیان میشود:

هرگاه دماء گازی از صفر به t زینه برسد و فشار و گنج آن هر دو تغییر بیابند بستگی زیر مابین فشار و گنج زینه حرارت وجود دارد.

$$PV = P_0V_0(1 + \alpha t)$$

اگر V_t گنج گازی در زینه حرارت t وفشار P_t معلوم باشد و بخواهیم $V_{t'}$ گنج آنرا در زینه حرارت t' وفشار $P_{t'}$ حساب کنیم باید نخست V_0 را که گنج گاز در درجه حرارت صفر وفشار ۷۶ سانتیمتر است حساب نموده وسپس $V_{t'}$ را حساب کنیم.

$$P_tV_t = P_0V_0(1 + \alpha t)$$

$$V_0 = \frac{P_tV_t}{P_0(1 + \alpha t}$$

$$V_{t'} = \frac{P_0V_0(1 + \alpha t')}{P_{t'}}$$

این فرمول که بنام فرمول عمومی گازها است چنانکه دیدیم نتیجه دو قانون ماریت و کیلوساك است.

حل مسائل زیر موارد بکار بردن این فرمولها را در شیمی معین مینماید.

پیش از آغاز حل مسائل لازم است که چگونگی فکر کردن را برای حل یك مسئله بیان نمود تا راه پیدا کردن جواب آنها آسان گردد.

بخش سوم

دستور حل مسائل شیمیائی

۱۹ـ مقصود از حل هر مسئله بدست آوردن ومحاسبهٔ جواب آنست از روی رابطه‌هائی که میان مقادیر معلوم ومجهول مسئله موجود است وبنابراین درضمن حل مسئله باید فقط باین رابطه‌ها فکر کرد وکوشش نمود که باپیدا کردن آنها جواب بدست آید.

درحل مسئله های شیمیائی نکته مهمی وجود دارد و آن شناختن واکنش وفرمول‌های شیمیائی مسئله است. یعنی باید خاصیت های شیمیائی وفیزیکی اجسامی را که در صورت مسئله نامبرده شده در نظر گرفت ومعلوم نمود کدام یك در دیگری تاثیر میکنند یعنی باهم ترکیب میشود. همینکه فرمول های ترکیب مسئله نوشته شد باید سنگینی ویا گنج اجسامی را که درحل مسئله دخالت دارند در بالای فرمول و همینطور سنگینی یا گنج مولکولهای این اجسام را زیر آنها نوشت وسپس باحل یك یاچند تناسب ساده دیگر آنرا حل نمود اهمیت مسئله های شیمی بیشتر بدانستن و نوشتن فرمول های آنهاست وهمینکه این فرمول ها بدرستی نوشته شد دیگر حل آن آسان است و بیشتر باچند تناسب ساده میتوان جواب مسئله را بدست آورد.

برای آنکه فرمولها و همگرهای آنها درست باشد لازم است که علت واکنش و ترکیب شیمیائی اجسام را که متکی بر اصول و قوانین و کلیات این دانش است بخوبی فهمید و بکار برد. ازین رو

ماهنگام حل مسائل باندازه کافی مطالب را تشریح نموده و گاهی هم کلیات این دانش را در حین بکار بردن بیان کرده‌ایم تادانش آموزان روش کار بردن را بخوبی فرا گیرند.

یك مطلب دیگر را هم باید دانش آموزان بدانند که مقصود از حل مسائل شیمیائی بکار بردن متوالی دستورها و خواص شیمیائی اجسام است و برای آنکه بتدریج همه مطالبی را که میخوانند در حل مسائل زیاد استعمال نمایند و در نتیجه خوب فهمیده و بخاطر بسپارند کوشش شده است مطالب برنامه شیمی در ضمن مسائل مربوطه با آنها گنجانیده شود.

اینك برای آنکه دانش آموزان همه نکاتی را که در بالا ذکر کردیم در حل مسائل مشاهده نموده و بفهمند بطور نمونه مانند یك نفر دانش آموز بحل چند مسئله آغاز میکنیم و رفته رفته از توضیحات حل مسئله میکاهیم تا دانش آموزان سررشته کار را بدست آورند.

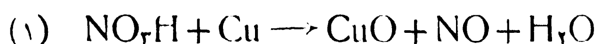
مسئله ۱ – در یك بالن مقداری مس میریزیم و سپس اسید نیتریك غلیظ (جوهر شوره) بدان میافزائیم و لوله آزمایش را گرم میکنیم گازی خرمائی رنك بلند میشود که گنج آن در حرارت صفر زینه و درفشار ۷٦ سانتیمتر جیوه مساوی ۱۱/۲ لیتر است. معین کنید چه مقدار مس مصرف شده است.

$$Cu = ٦٤ \text{ گرم}$$

دستور حل – نخستین نکته ای باید بدانیم اثر اسید نیتریك روی مس است.

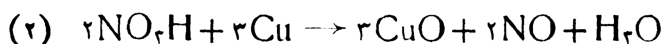
میدانیم که اسید نیتریك غلیظ بی ثبات و اکسید کننده است یعنی بزودی تجزیه شده و اکسیژن میدهد بخصوص هنگامی که در نزدیکی جسم شیمیائی دیگری که میل ترکیب با اکسیژن داشته باشد واقع شود .

از طرف دیگر میدانیم که همه فلزها رویهم رفته میل ترکیب با اکسیژن دارند و بنابراین احیا کننده هستند از این جهت اثر اسید نیتریك را در مس میتوان چنین نمایش داد .



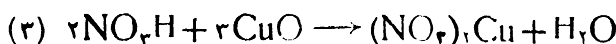
$$(۱)\quad NO_3H + Cu \rightarrow CuO + NO + H_2O$$

یعنی ابتدا اسید نیتریك تجزیه شده و مس اکسید میگردد اکنون چون میبینیم که در فرمول H_2O بدست آمده بنابراین دوذره اسید نیتریك لازم است و در نتیجه دوذره NO بدست میآید و آنگاه چون اکسیژن های دوطرف را حساب کنیم می بینیم که سه اکسیژن میماند که ناچار است سه اتم مس را اکسید کند و از آنجا همگرهای فرمول (۱) بدست میآید .



$$(۲)\quad 2NO_3H + 3Cu \rightarrow 3CuO + 2NO + H_2O$$

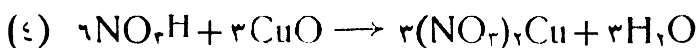
چنانکه می بینیم آبی که در واکنش شیمیائی بدست میآید اسید نیتریکی را که باقی میماند رقیق میکند و تمام اکسید مس که تشکیل میشود با باقیمانده اسید مطابق فرمول زیر ترکیب میگردد.



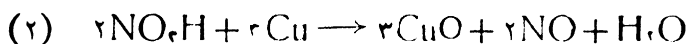
$$(۳)\quad 2NO_3H + 3CuO \longrightarrow (NO_3)_2Cu + H_2O$$

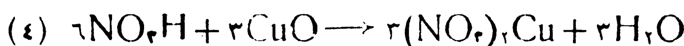
و چون $3CuO$ در معادله (۲) داریم بنابراین $(NO_2)_2Cu$ بدست میآید و برای این مقصود $6NO_3H$ لازم است و در نتیجه $3H_2O$ حاصل

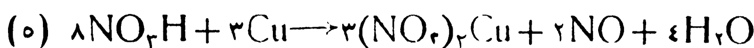
میشود و بدینطریق همگرهای فرمول (۳) بدست می آید.

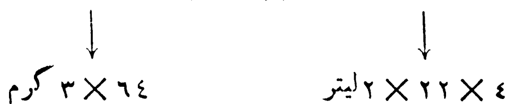


وبنابراین فرمول کلی اثر اسید نیتریك در مس حاصل جمع فرمول های (۲) و (٤) خواهد شد.

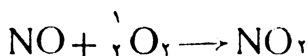








ولی باید بدانیم که گاز NO که متصاعد میشود ثابت نیست ودر نزدیکی هوادر همان داخل بالن تبدیل به NO_2 میشود مطابق فرمول زیر



محاسبه - معلومی که بماداده‌اند گنج گازی‌است که‌متصاعد شده وچنانچه درفرمول (۵)می‌بینیم این گنج نسبت مستقیم دارد باوزن مسی که‌برای تجزیه اسید نیتریك بکار رفته است.

بنابراین بایك تناسب میتوان جواب مسئله‌رابدست آورد

۶٤ × ۳ گرم مس ٤ر۲۲ × ۲ لیتر گاز NO_2 میدهد

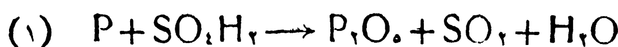
پس X مس « ۲ر۱۱ » » میدهد

$$X = \frac{۳ \times ۶٤ \times ۱۱٫۲}{۲ \times ۲۲٫٤} = ۴۸ \text{ گرم}$$

مسئله۴۸ ــ ۱۰ گرم فسفر را در جوهر گوگرد غلیظ ریخته و می جوشانیم معین کنید گنج گاز متصاعد را در ۲۵ زینه حرارت و فشار ۶۸ سانتیمتر جیوه .

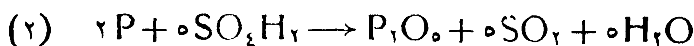
$$P = 31 \text{ گرم} \quad \text{و} \quad \alpha = \frac{1}{273}$$

حل ــ اسید سولفوریك غلیظ اکسید کننده است وفسفر احیا کننده بنابراین چون فسفر را در جوهر گوگرد غلیظ بجوشانیم فسفر اکسیژن آنرا گرفته وجوهر گوگرد را تجزیه میکند و تبدیل بگاز انیدرید سولفورو مینماید که متصاعد میشود و چون فسفر اکسیژن بحد کافی درمجاورت خوددارد بنا براین بمنتها درجه اکسیدشدن میرسد یعنی به P_2O_5 (انیدرید فسفریك) تبدیل میگردد مطابق فرمول زیر :



$$(1) \quad P + SO_4H_2 \longrightarrow P_2O_5 + SO_2 + H_2O$$

اکنون برای بدست آوردن همگرها میبینیم که هر ذره اسید سولفوریك که به SO_2 و H_2O تبدیل گردد یك اکسیژن میدهد . بنا براین برای آنکه P_2O_5 بدست آید باید پنج ذره اسید سولفوریك تجزیه گردد وفرمول (۱) چنین خواهد شد .



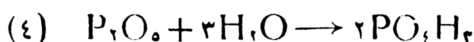
$$(2) \quad 2P + 5SO_4H_2 \longrightarrow P_2O_5 + 5SO_2 + 5H_2O$$

ولی میدانیم که انیدرید ها در مجاورت آب باآن ترکیب می شوند بنابراین انیدرید فسفریك مطابق فرمول زیر باآن ترکیب میگردد واسید فسفریك میدهد .



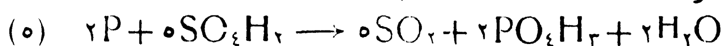
$$(۳)\quad P_2O_5 + H_2O \longrightarrow PO_4H_3$$

چون P_2O_5 داریم پس $۲PO_4H_3$ بدست میآید و برای این مقصود $۳H_2O$ لازم است وهمگرهای فرمول چنین میشود.



$$(٤)\quad P_2O_5 + ۳H_2O \longrightarrow ۲PO_4H_3$$

ونتیجه واکنش شیمیائی فسفر درروی جوهر گوگرد غلیظ چنین خواهد شد.



$$(۵)\quad ۲P + ۵SO_4H_2 \longrightarrow ۵SO_2 + ۲PO_4H_3 + ۲H_2O$$

$$۲\times۳۱ \qquad\qquad ۵\times۲۲٫٤$$

محاسبه – از روی معادله (۵) تناسب زیر بدست میآید.

۳۱ × ۲ گرم فسفر ۲۲٫٤ × ۵ لیتر گاز SO_2 میدهد

۱۰ « « X «

$$X = \frac{۵\times۲۲٫٤\times۱۰}{۲\times۳۱} = ۱۸٫۰٦٤ \text{ لیتر}$$

(گنج گاز در دماء صفر وفشار ۷٦)

حال گنج گاز را در زمینه حرارت ۲۵ وفشار ٦۸ حساب میکنیم.

$$P_tV_t = P_oV_o(۱+\alpha t)$$

$$٦۸\times X = ۷٦\times۱۸٫۰٦٤(۱+\frac{۱}{۲۷۳}\times۲۵) = ۷٦\times۱۸٫۰٦٤\times\frac{۲۹۸}{۲۷۳}$$

و از آنجا:

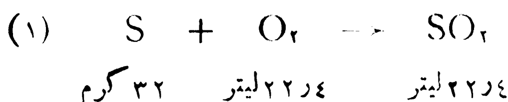
$$X = \frac{۷٦\times۱۸٫۰٦٤\times۲۹۸}{۲۷۳\times٦۸} = ۲۲٫۰۵٤ \text{ لیتر}$$

مسئله۳ – ۱۰ گرم گوگرد را میسوزانیم معین کنید جنس گاز

حاصل و گنج آنرا در ۱۲ زینه حرارت وفشار دوجو .

$$S = ۳۲ \text{ گرم} \quad \% = \frac{۱}{۲۷۳}$$

حل ـ هنگامی که گوگرد میسوزد مطابق فرمول زیر با اکسیژن هوا ترکیب شده وتولید SO_2 گاز میکند .



$$(۱) \quad S + O_2 \rightarrow SO_2$$

۳۲ گرم   ۲۲٫۴ لیتر   ۲۲٫۴ لیتر

گازی که متصاعد میگردد انیدرید سولفورو است و گنج آن بطریق زیر بدست میآید .

درفرمول (۱) می بینیم که ۳۲ گرم گوگرد که میسوزد در شرایط معمولی (یعنی درزینه حرارت صفر وفشار ۷۶ سانتیمتر مکعب جیوه) با ۲۲٫۴ لیتر اکسیژن ترکیب شده و ۲۲٫۴ لیتر گاز انیدرید سولفورو میدهد بنابراین ۱۰ گرم گوگرد که در همین شرایط بسوزد مقداری گاز میدهد که ازروی تناسب پائین گنج آن پیدا میشود .

۳۲ گرم گوگرد   ۲۲٫۴ لیتر گاز میدهد

۱۰ گرم   X   » » »

و از آنجا

$$X = \frac{۲۲٫۴ \times ۱۰}{۳۲} = ۷ \text{ لیتر}$$

گنج گاز انیدرید سولفور ۷ لیتر است اگر زینه حرارت صفر و فشاری که بگاز وارد میشود برابر یك جو یعنی ۷۶ سانتی متر جیوه باشد .

حال باید حساب کنیم که اگر زینه حرارت ۱۲ و فشار دو جو باشد گنج گاز چه خواهد شد.

برای این مقصود فرمول عمومی گازها را وقتی که زینه حرارت وفشار هر دو تغییر کند مینویسیم.

$$(۲) \quad P_tV_t = P_\circ V_\circ(۱ + \alpha t)$$

P_t = ۲ × ۷۶ = ۲ جو = فشار گاز در دماء t

V_t = X = گنج گاز دردماء t

$P_\circ$ = ۷۶ = یك جو = فشار گاز در دماء صفر

$V_\circ$ = ۷ لیتر = گنج گاز در دماء صفر

t = ۱۲

α = $\frac{۱}{۲۷۲}$ = ضریب انبساط گازها

و از آنجا فرمول (۲) چنین خواهد شد.

$$۲ \times ۷۶ \times X = ۷۶ \times ۷(۱ + \frac{۱}{۲۷۳} \times ۱۲)$$

و یا $۱۵۲X = ۵۳۲(۱ + \frac{۱۲}{۲۷۳}) = ۵۳۲ \times \frac{۲۸۵}{۲۷۳}$

$X = \frac{۵۳۲ \times ۲۸۵}{۲۷۳ \times ۱۵۲}$ و بنا بر این ۳٫۶۵۳ لیتر

مسئله ۴ - یك قطعه زغال را در هوا میسوزانیم در زینه حرارت صفر وفشار ٦٤ سانتیمتر مکعب جیوه یك لیتر گاز میدهد معین کنید سنگینی زغال و گنج هوائی را که برای سوختن آن مصرف شده است در صورتیکه میدانیم که تنها $\frac{۱}{۵}$ گنج هوا اکسیژن است.

حل - زغال که در هوا بسوزد مطابق فرمول زیر با اکسیژن

هوا ترکیب شده و گاز کربنیک تولید مینماید .



$$(1)\ C + O_2 \rightarrow CO_2$$

۱۲ گرم　　۲۲٫۴ لیتر　　۲۲٫۴ لیتر

گنج گاز کربنیك حاصل در دماء صفر وفشار ٦٤ سانتیمتر مکعب مساوی ۱ لیتر است بنابراین باید بلا فاصله این گنج را در شرایط معمولی یعنی در دماء صفر و فشار ۷٦ حساب کرد برای این مقصود چون دماء گاز تغییر نکرده است ودرهر دوحالت صفراست ازاین‌رو باید بیاری قانون ماریت گنج‌راحساب نمود .

$$٦٤ \times ١ = ٧٦ \times X$$

و از آنجا

$$X = \frac{٦٤ \times ١}{٧٦} = \text{٠٫٨٤٢ لیتر}$$

اکنون از فرمول (۱) تناسب زیر را نتیجه میگیریم .

۱۲ گرم کربن　　۲۲٫۴ لیتر گاز CO_2 میدهد

X　　۰٫۸۴۲ »　» »　»

$$X = \frac{١٢ \times ٠٫٨٤٢}{٢٢٫٤} = \text{٠٫٤٥١ گرم}$$

اکنون مطابق فرمول(۱) میبینیم که زغال برای‌سوختن همان مقدار گنج اکسیژن لازم دارد که گاز انیدرید کربنیك می‌دهد بنابر این۰٫۴۵۲ گرم زغال را که بسوزانیم۰٫۸۴۲ لیتر CO_2 میدهد وهمین مقدار هم اکسیژن‌لازم دارد تا کاملا بسوزد .

ولی‌چون $\frac{1}{5}$ گنج هوا اکسیژن است بنابر این اگر زغال در

هوا بسوزد ۵ برابر این گنج هوا لازم دارد یعنی

۰٫۸٤۲ × ۵ = ٤٫۲۱۰ لیتر

مسئله ۵ - مقداری جوهر گوگرد را در روی مخلوط نمك طعام و شوره (نیترات پتاسیم) میریزیم و سپس آنرا گرم میکنیم معین کنید.

۱- فرمول واکنش شیمیائی را.

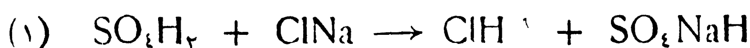
۲- اگر فرض کنیم که سنگینی نمك طعام و شوره رویهم رفته ۱۲ گرم باشد و نسبت سنگینی نمك طعام بسنگینی شوره مساوی $\frac{۲}{۳}$ باشد چه مقدار جوهر گوگرد برای تجزیه کامل این دو نمك لازم است.

۳ - گنج گازهائی را که از واکنش شیمیائی آنها تولید میشود در شرایط معمولی.

و $Na = ۲۳$ و $S = ۳۲$ و $N = ۱٤$ و $Cl = ۳۵٫۵$

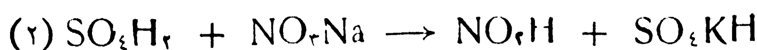
$H = ۱$ و $O = ۱٦$ و $K = ۳۹$

حل - نخست میگوئیم بطور کلی هنگامی که اسیدی را در روی نمکی بریزیم درصورتی نمك تجزیه میگردد که این اسید ثابت تر و پایدار تر از اسید نمك باشد و چون اسید سولفوریك ثابت ترین اسیدهای معمولی است بنابر این نمك طعام و شوره را بیاری گرما مطابق فرمول های زیر تجزیه می کنند و اسید های آنهارا متصاعد می سازد.



$$(۱)\quad SO_4H_2 + ClNa \longrightarrow ClH + SO_4NaH$$

۹۸ گرم　　　۵۸٫۵ گرم　　　۲۲٫٤ لیتر



۹۸ گرم   ۱۰۱ گرم   ۲۲٫۴ لیتر

۳ - چون مجموع سنگینی نمك‌طعام وشوره مساوی ۱۲ گرم است و نسبت سنگینی نمك‌طعام بشوره مساوی $\frac{۲}{۳}$ است بنابر این میتوانیم با یك تسهیم بنسبت سنگینی هر کدام را حساب نمائیم .

$$۲ + ۳ = ۵$$

$$۱۲ : ۵ = ۲٫۴$$

سنگینی نمك طعام = ۴٫۸ گرم = $۲ \times ۲٫۴$

« شوره = ۷٫۲ گرم = $۳ \times ۲٫۴$

اکنون از روی فرمولهای (۱) و (۲) و بیاری تناسب میتوانیم مقدار جوهر گوگردی را که برای تجزیه ۱۲ گرم مخلوط نمك طعام و شوره بکار رفته‌است حساب نمائیم .

۹۸ گرم جوهر گوگرد در آزمایشگاه یك مولکول گرم یعنی ۵۸٫۵ گرم نمك طعام راتجزیه میکنند .

X « « ۴٫۸ گرم « «

$X = \frac{۹۸ \times ۴٫۸}{۵۸٫۵}$ = ۸٫۰۴۲ گرم

و از روی فرمول (۲) نتیجه میگیریم .

۹۸ گرم جوهر گوگرد یك مولکول گرم ۱۰۱ شوره را تجزیه‌میکنند.

X « « ۷٫۲ گرم « «

$X = \frac{۹۸ \times ۷٫۲}{۱۰۱}$ = ۶٫۹۸۶ گرم

بنابر این رویهمرفته برای تجزیه ۱۲ گرم نمك طعام و شوره ۱۳٫۰۲۸ گرم = ۴٫۹۸۶ + ۸٫۰۴۲ جوهر گوگرد لازم است.

۲ ـ گنج گازهای اسید کلریدریك واسیدنیتریك با تناسبهای زیر معلوم میگردد.

۵۸٫۵ گرم نمك طعام که تجزیه شود ۲۲٫۴ لیتر گاز متصاعد می کند.

۴٫۸ » » » » » X » »

$$X = \frac{۲۲٫۴ \times ۴٫۸}{۵۸٫۵} = ۱٫۸۳۸ \text{ لیتر}$$

و از روی فرمول (۲) نتیجه میشود.

۱۰۱ گرم شوره که تجزیه شود ۲۲٫۴ لیتر گاز متصاعد می کند.

۷٫۲ » » » » X

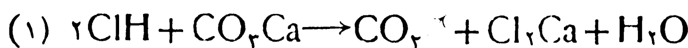
$$X = \frac{۲۲٫۴ \times ۷٫۲}{۱۰۱} = ۱٫۵۹۶ \text{ لیتر}$$

مسئله۶ ـ ۲۰ گرم آمیزه گچ (سولفات کلسیم) و سنگ آهك (کربنات کلسیم) را گرفته و آنرا بدو قسمت متساوی تقسیم مینمائیم سپس در روی یك قسمت اسید کلریدریك و در روی قسمت دیگر آنقدر می‌افزائیم تادیگر جوش نخورند معین کنید.

۱ ـ فرمول ترکیب را

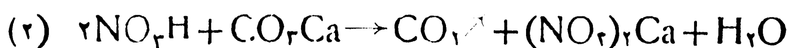
۲ ـ نسبت آمیزه بالا را اگر فرض کنیم که گنج گازهای متصاعد در دماء ۱۵ وفشار ۶۴ سانتی متر مکعب جیوه درهر ترکیب مساوی ۱ لیتر باشد.

حلـ اسید کلر یدریك و اسید نیتریك فقط سنك آهك را تجزیه میکنند و در روی گچ اثری ندارند (زیرا اسید گچ ثابت‌تر از اسید آنها است)



$$(1)\quad 2ClH + CO_3Ca \longrightarrow CO_2 + Cl_2Ca + H_2O$$

۲۲ر۲۲ لیتر ۱۰۰ گرم



$$(2)\quad 2NO_3H + CO_3Ca \longrightarrow CO_2 + (NO_3)_2Ca + H_2O$$

۲۲ر۲۲ لیتر ۱۰۰ گرم

۳ـ تعیین گنج گاز CO_2 در دماء صفر وفشار ۷۶

$$(3)\qquad P_tV_t = P_0V_0(1+\alpha t)$$

$P_t = 64$ $\qquad V_t = 1$ لیتر

$P_0 = 76$ $\qquad V_0 = X$

$t = 15$ $\qquad \alpha = \frac{1}{273}$

بنابراین فرمول (۳) چنین خواهد شد .

$$64 \times 1 = 76 \times X\left(1 + \frac{1}{273} \times 15\right) = 76\, X \times \frac{288}{273}$$

و از آنجا

$$X = \frac{64 \times 1 \times 273}{76 \times 288} = 0.798 \text{ لیتر}$$

بنابر این هر کدام از اسید ها ۷۹۸ر۰ لیتر گاز CO_2 متصاعد میکنند یعنی رویهمرفته .

$2 \times 0.798 = 1.596$ لیتر گاز متصاعد میکنند .

اکنون از روی یک تناسب سنگینی سنگ آهک را که این مقدار گاز CO_2 داده است بدست میآوریم .

۱۰۰ گرم سنگ آهک که تجزیه شود ۲۲٫۴ لیتر گاز CO_2 میدهد

X » » » » » » ۱٫۵۹۶ » »

$$X = \frac{۱۰۰ \times ۱٫۵۹۶}{۲۲٫۴}$$ = سنگینی سنگ آهک = ۷٫۱۲۵ گرم

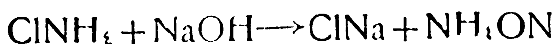
وچون سنگینی آمیزه مساوی ۲۰ گرم است بنابراین سنگینی گچ هم بدست میآید .

سنگینی گچ = ۱۲٫۸۷۵ گرم = ۷٫۱۲۵ — ۲۰

مسئله ۷ ـ ۱۵ گرم نوشادر (کلرور آمونیم) ناخالص را در کمی آب حل میکنیم سپس در روی آن محلول غلیظ سود ریخته و آن را جوش میآوریم و گاز متصاعد را در ۱۰۰ سانتیمتر مکعب جوهر گوگرد که غلظت آن ۱۰ درصد است وارد مینمائیم . پس از آنکه گاز متصاعد شده و تمام گردید غلظت محلول جوهر گوگرد را بوسیله محلول سود می سنجیم و می بینیم که غلظت آن ۲ درصد شده است معلوم کنید مقدار نوشادر خالص را .

Cl = ۳۵٫۵ N = ۱۴ S = ۳۲

حل ـ بطور کلی هر باز ثابت و پایدار نمک باز ناثابت تر از خود را تجزیه مینماید . بنابر این محلول سود نوشادر را تجزیه نموده و باز آمونیم را آزاد میکند و این باز در اثر گرما بآمونیاك و آب تجزیه میگردد .







۲۲٫۴ لیتر ۵۳٫۵ گرم

گاز آمونیاکی که متصاعد میگردد مطابق فرمول زیر با جوهر گوگرد ترکیب میشود :



۲۲٫۴ × ۲ لیتر ۹۸ گرم

حال چون میدانیم که غلظت اسید سولفوریك ۸ گرم = ۲ — ۱۰ درصد کم شده است بنابر این ممکن است از روی برابر (۲) مقدار آمونیاکی را که از تجزیه نوشادر حاصل شده است حساب نمائیم .

۹۸ گرم جوهر گوگرد با ۲۲٫۴ × ۲ لیتر آمونیاك ترکیب میشود .

۸ با X

$$X = \frac{۸ \times ۲ \times ۲۲٫۴}{۹۸} = ۳٫۶۵۷ \text{ لیتر}$$

و از روی برابر (۱) سنگینی نوشادر را بدست میآوریم.

۵۳٫۵ گرم نوشادر ۲۲٫۴ لیتر گاز آمونیاك میدهد

X ۳٫۶۵۷ »

$$X = \frac{۳٫۶۵۷ \times ۵۳٫۵}{۲۲٫۴} = ۸٫۷۳۴ \text{ گرم}$$ (نوشادر خالص)

مسئله ۸ – گردی است آمیخته از نیترات کلسیم و نیترات آمونیم

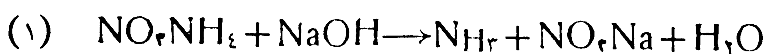
ده گرم آنرا برداشته‌ودر آب خالص حل میکنیم سپس درروی آن محلول سود غلیظ ریخته و آنرا جوش میآوریم گازی متصاعد میشود که در زینه‌حرارت ۲۰ وفشار ۶۸ جیوه ۱ لیتر گنج‌دارد معین کنید ·

۱ - فرمول واکنش شیمیائی سود رادرروی محلول نیترات کلسیم ونیترات آمونیم.

۲- مقدار این‌دو نیترات را درصد گرم .

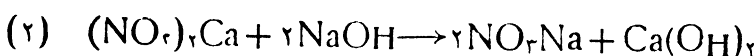
$H = ۱ \qquad O = ۱۶ \qquad N = ۱۴$

حل- نخست فرمول ترکیب را مینویسیم .



$$(۱) \quad NO_۳NH_۴ + NaOH \longrightarrow NH_۳ + NO_۳Na + H_۲O$$

۸۰ گرم   ۲۲٫۴ لیتر



$$(۲) \quad (NO_۳)_۲Ca + ۲NaOH \longrightarrow ۲NO_۳Na + Ca(OH)_۲$$

محاسبه- گنج گاز امونیاك در دماء ۰ وفشار ۷۶.

$$P_tV_t = P_۰V_۰(۱ + \alpha t)$$

$$P_t = ۶۸ \qquad V_t = ۱ \qquad t = ۲۰$$

$$V_۰ = X \qquad \alpha = \frac{۱}{۲۷۳}$$

بنابر این .

$$۶۸ \times ۱ = ۷۶X(۱ + \frac{۱}{۲۷۳} \times ۲۰) = ۷۶X\frac{۲۹۳}{۲۷۳}$$

واز آنجا .

$$X = \frac{۶۸ \times ۱ \times ۲۷۳}{۷۶ \times ۲۹۳} = ۰٫۸۳۳ \text{ لیتر}$$

اکنون از روی فرمول (۱) سنگینی نیترات آمونیم رابدست میاوریم .

۸۰ گرم نیترات آمونیم ۲۲٫۴ لیتر گاز آمونیم میدهد

X ۰٫۸۳۳

$$X = \frac{۸۰ \times ۰٫۸۳۳}{۲۲٫۴} = ۲٫۹۸ \text{ گرم}$$

وسنگینی نیترات کلسیم هم بدین طریق بدست میآید .

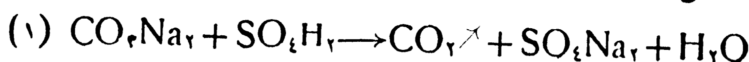
۱۰ − ۲٫۹۸ = ۷٫۰۲ گرم

مسئله ۹۹ ــ آمیزه از کربنات آمونیم وکربنات سدیم را در آب حل میکنیم . ابتدادر روی این محلول آنقدر محلول جوهر گوگرد میریزیم تا دیگر گاز متصاعد نشود . گنج گاز متصاعد درفشار معمولی ودماء ۱۵ مساوی ۵۰۰ سانتیمتر مکعب است .

پس از متصاعد شدن تمام گاز در روی محلولی که باقیمانده است مقدار زیادی آب آهك ریخته وآنرا جوش میآوریم مجدداً گازی متصاعد میشود که گنج آن در دماء صفر وفشار ۷۴ سانتیمتر مکعب جیوه مساوی است با ۲۰۰ سانتیمتر مکعب معین کنید مقدار کربنات آمونیم وکربنات سدیم را

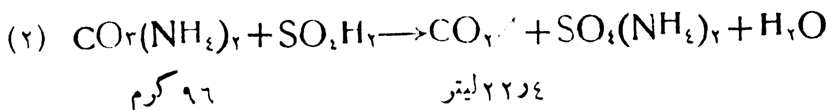
N = ۱۴ و Na = ۲۳

حلــ فرمول ترکیب را مینویسیم .

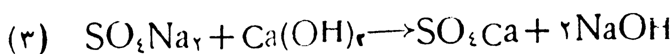


$$(۱) \quad CO_3Na_2 + SO_4H_2 \longrightarrow CO_2 \nearrow + SO_4Na_2 + H_2O$$

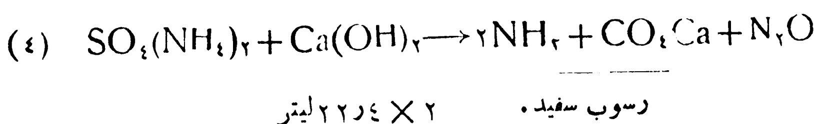
۱۰۶ گرم ۲۲٫۴ لیتر



محلولی که میماند عبارتست از محلول سولفات سدیم و سولفات آمونیم که هنگامیکه آب آهك بدان بیفزائیم و بجوشانیم چنین تجزیه می‌شود .



رسوب سفید.



الفـ محاسبه گنج گاز $CO_۲$ که از برابرهای (۱) و (۲) متصاعد میشوند دو دماءصفر و فشار ۷۶ چون تنها دماءتغییر نموده و فشار ثابت مانده است بنابراین چنین خواهیم داشت .

$$V_t = V_۰(۱ + \alpha t)$$

$$V_۰ = X \qquad V_t = ۵۰۰ \qquad t = ۱۵ \qquad \alpha = \frac{۱}{۲۷۳}$$

بنابر این $$۵۰۰ = X(۱ + \frac{۱}{۲۷۳} \times ۱۵) = X\frac{۲۸۸}{۲۷۳}$$

و از آنجا $$X = \frac{۵۰۰ \times ۲۷۳}{۲۸۸}$$ = ۴۷۴ سانتیمتر مکعب

بـ محاسبه گنج گاز امونیاك که از فرمول (۴) متصاعد میشود در شرایط معمولی .

چون در اینجا دماءثابت مانده است بنابر این مطابق فرمول ماریت

چنین خواهیم داشت .

$$۲۰۰ \times ۷۴ = X \times ۷۶$$

$$X = \frac{۲۰۰ \times ۷۴}{۷۶}$$ ۱۹۵ر۰ لیتر = ۱۹۵ سانتیمتر مکعب

ج ـ محاسبه مقدار کربنات آمونیم از روی گنج گاز آمونیاك از روی فرمول (۲) و (٤) معلوم میشود که ۹۶ گرم کربنات آمونیم بوسیله جوهر گوگرد تبدیل بسولفات آمونیم شده و سپس در مجاورت آب آهك ۲ ذره آمونیاك یعنی ٤ر۲۲ × ۲ لیتر گاز متصاعد میکند بنا براین تناسب زیر را خواهیم داشت .

۹۶ کربنات آمونیم ٤ر۲۲ × ۲ لیتر گاز آمونیاك میدهد .

X ۱۹۵ر۰ لیتر

$$X = \frac{۹۶ \times ۰ر۱۹۵}{۲ \times ۲۲ر٤}$$ ٤۱۸ر۰ گرم

د ـ محاسبه مقدار کربنات سدیم .

از روی فرمولهای (۲) و (٤) میبینیم که ۹۶ گرم کربنات آمونیم ٤ر۲۲ لیتر CO_2 و ٤ر۲۲ لیتر گاز آمونیاك میدهد بنابراین ٤۱۸ر۰ گرم کربنات آمونیم که در محاسبه بالا ۱۹۵ سانتی متر مکعب گاز آمونیاك میدهد وقتی که بوسیله جوهر گوگرد تجزیه شود ۵ر۹۷ سانتیمتر مکعب $= \frac{۱۹۵}{۲}$ گاز CO_2 میدهد و چون در محاسبه گاز CO_2 که از برابرهای (۱) و (۲) متصاعد میشود دیدیم روی هم رفته ٤۷٤ سانتیمتر مکعب گاز CO_2 متصاعد میشود بنابر این گنج گاز CO_2 که از تجزیه کربنات سدیم حاصل میشود مساوی است با :

٣٧٦ر٥ سانتیمتر مکعب = ٩٧ر٥ — ٤٧٤

اکنون از روی این گنج ممکن است سنگینی کربنات سدیم را بدست آورد .

از برابر (١) چنین نتیجه میشود .

١٠٦ گرم کربنات سدیم	٢٢ر٤ لیتر گاز CO_2 میدهد
X	٠ر٣٧٦٥ گاز CO_2 میدهد

$$X = \frac{١٠٦ \times ٠ر٣٦٥}{٢٢ر٤} = ١ر٧٨١ \text{ گرم}$$

مسئله ١٠- گردی است آمیخته از خاك آهن و براده مس و خاك گوگرد آنرا الو میرنیم و گازی راکه متصاعد میشود درزیر سرپوشی جمع مینمائیم . این گاز در شرایط معمولی ٢ لیتر گنج دارد معین کنید . مقدار خاك آهن و براده مس و خاك گوگردرا درصورتیکه بدانیم وزن سولفور آهن وسولفورمس که دراین آزمایش بدست میآیند بترتیب مساوی با ٨ر٨ گرم و ١٦ گرم میباشند .

$Fe = ٥٦$ و $Cu = ٦٤$ و $S = ٣٢$

حل- ترکیب گوگرد را با مس و آهن در هنگام الو گرفتن می نویسیم .



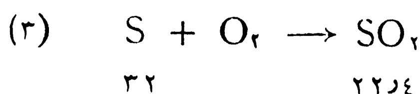
(١) $Fe + S \longrightarrow FeS$

٥٦ ٣٢ ٨٨



(٢) $٢Cu + S \longrightarrow Cu_٢S$

٢×٦٤ ٣٢ ١٦٠



$$(۳)\qquad S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

۳۲   ۲۲٫۴

محاسبه_ از روی فرمولهای (۱) و (۲) و (۳) بترتیب بستگیهای زیر را بدست میآوریم.

۶۵ گرم آهن   ۸۸ گرم سولفور میدهد.

X   ۸٫۸

$$X = \frac{۵۶ \times ۸٫۸}{۸۸} =$$ ۵٫۶ گرم (مقدار آهن)

واز برابر (۲) چنین نتیجه میشود.

۶۴ × ۲ گرم مس   ۱۶۰ گرم سولفور میدهد

X   ۱۶

$$X = \frac{۲ \times ۶۴ \times ۱۶}{۱۶۰} =$$ ۱۲٫۸ گرم (مقدار مس)

و برای بدست آوردن مقدار گوگرد باید تمام گوگردی را که در برابرهای (۱) و (۲) و (۳) مصرف شده است حساب نمود.

از برابر (۱) چنین نتیجه میشود،

۵۶ گرم آهن با   ۳۲ گرم گوگرد ترکیب میشود

۵٫۶   X

$$X = \frac{۳۲ \times ۱۲٫۸}{۵۶} =$$ ۳٫۲ گرم

واز برابر (۲) بنتیجه میشود.

۶٤ × ۲ گرم مس با ۳۲ گرم گوگرد ترکیب میشود .

۱۲٫۸ X

$$X = \frac{۳۲ \times ۱۲٫۸}{۲ \times ٦٤} = ۳٫۲ \text{ گرم}$$

وسرانجام از برابر (۳) نتیجه میشود .

۳۲ گرم گوگرد که بسوزد ۲۲٫٤ لیتر گاز میدهد .

X ۲

$$X = \frac{۳۲ \times ۲}{۲۲٫٤} \text{ ۲٫۸۵۷ گرم}$$

بنابر این مقدار گوگرد که با خاك آهن و خاك مس الو گرفته است مساوی است با :

۹٫۲۵۷ گرم = ۳٫۲ + ۳٫۲ + ۲٫۸۵۷

مسئله ۱۱ ـ مقداری سنگ آهك را بوسیله گرما دادن کاملا تجزیه میکنیم و گاز متصاعد را در زیر سرپوشی جمع مینمائیم . **این گاز** در تحت فشار معمولی و گرمای ۱۵ زینه ۱٫۱۸۱ لیتر گنج دارد سپس نیز آنچه که باقی می‌ماند آب اضافه میکنیم و چند قطره آفتاب گردان هم بدان افزوده و آنوقت از یك محلول ٦۰ درصد اسید کلریدریك قطره قطره بدان اضافه مینمائیم تا رنگ آبی آفتاب گردان قرمز گردد معین کنید .

۱ ــ مقدار سنگ آهك .

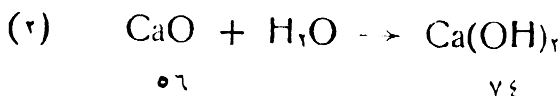
۲ ــ مقدار اسید کلریدریك استعمال شده را .

$Ca = ٤٠ \qquad Cl = ٣٥/٥$

حل- فرمول واکنش شیمیائی را می‌نویسیم .

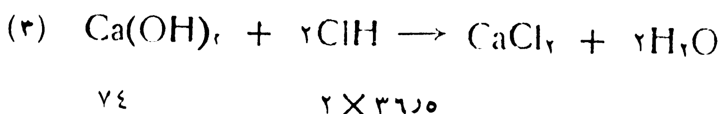
$$(١) \qquad CO_3Ca \longrightarrow CO_2 + CaO$$

١٠٠ ــ ٢٢/٤ لیتر ــ ٥٦



$$(٢) \qquad CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

٥٦ ــ ٧٤



$$(٣) \qquad Ca(OH)_2 + ٢ClH \longrightarrow CaCl_2 + ٢H_2O$$

٧٤ ــ ٢ × ٣٦/٥

محاسبه ــ گنج گاز CO_2 که متصاعد می شود در تحت فشار معمولی ودماء ١٥ مساویست با ١/١٨١ لیتر بنابراین گنج آن در تحت فشار معمولی و دماء صفر بطریق زیر بدست میآید .

$$V_t = V_0(1 + \alpha t)$$

$$V_0 = X = \frac{V_t}{١ + \alpha t} = \frac{١/١٨١}{١ + \frac{١}{٢٧٣} \times ١٥} = \frac{١/١٨١ \times ٢٧٣}{٢٨٨} = ١/١٢ \text{ لیتر}$$

اکنون از روی برابر (١) تناسب می‌بندیم .

١٠٠ گرم سنگ آهك ــ ٢٢/٤ لیتر CO_2 میدهد

X ــ ١/١٢

$$X = \frac{١٠٠ \times ١/١٢}{٢٢/٤} = ٥ \text{ گرم (مقدار سنگ آهك)}$$

از طرف دیگر برای محاسبه مقدار اسید کلریدریکی که مصرف شده است کافیست که از روی برابر (١) مقدار CaO رابدست بیاوریم .

۱۰۰ گرم سنگ آهك ۵۶ گرم CaO میدهد
۵ ۰ X

$$X = \frac{۵۶ \times ۵}{۱۰۰} = ۲٫۸ \text{ گرم}$$

اکنون از روی مقدار CaO که مطابق برابر (۲) تبدیل به آب آهك شده و برای خنثی کردن اسید کلر یدریك بکار رفته است ممکن است مقدار این اسید را حساب نمود.

۲×۳۶٫۵ گرم اسید نیتریك برای خنثی کردن ۷۴ گرم آب آهك و یا ۵۶ گرم آهك لازم است.

$$X = \frac{۲ \times ۳۶٫۵ \times ۲٫۸}{۵۶} = ۳٫۶۵ \text{ گرم (مقدار اسید خالص)}$$

ولی چون اسید کلر یدریکی که استعمال شده فقط ۶۰ درصد اسید دارد بنابراین باید مقدار اسید ناب را که بدست آورده‌ایم در نسبت $\frac{۱۰۰}{۶۰}$ ضرب نمائیم.

$$۳٫۶۵ \times \frac{۱۰۰}{۶۰} = ۶٫۰۸۳ \text{ گرم (مقدار اسید ۶۰ درصد)}$$

کتاب دوم

غیر فلزها

بخش نخست ـ طبقه بندی عناصر

مختصری راجع بفرمولهای گسترده و عاملهای شیمیائی

۲۰ ـ غیر فلزها و فلزها ـ عناصر شیمیائی را بدو دسته تقسیم کرده اند.

۱ ـ غیر فلزها ۲ ـ فلزها

این دو دسته صفات و خواص فیزیکی و شیمیائیشان با هم مختلف است.

فلزات بغیر از جیوه تمام دج هستند وصاحب خواص مکانیکی مثل چکش خوری وسختی وبرك شدن ومفتول شدن میباشند. در صورتیکه غیر فلزها بیشتر گازی شکل هستند مگر چند تای آنها مثل گوگرد وید وزغال که دج هستند. خواص شیمیائی فلزات نیز باغیر فلزها خیلی تفاوت دارد.

میان آهن و گاز کلر یك میل ترکیب زیاد موجود است وهمین که یك سیم نازك آهنی را درالوچراغ سرخ کرده ودرشیشه گاز کلر فرو بریم دود سفیدی از آن بر میخیزد و بشدت باهم ترکیب میشود. این دود سفید کلرور آهن است که در آب حل میشود. اگر از محلول آن جریان الکتریك بگذرانیم کلرور آهن تجزیه شده و آهن بقطب منفی و کلر بقطب مثبت میرود.

همچنین اگر جریان الکتریك از محلول نمك خوردنی (Cl(Na بگذرد تجزیه نموده فلز آن (سدیم) بسمت قطب منفی میرود و غیر فلز آن (کلر) بسوی قطب مثبت میرود . و از اینجا نتیجه میگیریم که فلزها عناصری هستند که در تجزیه الکتریکی نمکهای خود بسوی قطب منفی میروندو غیر فلزها عناصری هستند که پس از تجزیه الکتریکی بسمت قطب مثبت میآیند .

اینك مختصری از خواص فیزیکی غیر فلزها و خواص وشیمیائی فلزها وغیر فلزها را بیان میکنیم تافرق میان آنها بهتر روشن گردد .

۲۱-خواص فیزیکی غیر فلزها- غیر فلزها بیشتر گازی شکل و تنها برم آبگونه است برخی نیز چون گوگرد و فسفر و کربن و سیلسیم دج هستند بطور کلی غیر فلزها هیچیك از خواص مکانیکی وفیزیکی فلزها از قبیل چکش خواری استحکام - قابلیت مفتول شدن و برك شدن را دارا نیستند و پاره ای خواص چون رسانیدن برق و گرما که در بعضی از آنها دیده میشود بسیار کم است (۱)

۲۲- خواص شیمیائی -- از نظر شیمیائی خواص فلزات و غیر فلزات کاملا مختلف است .

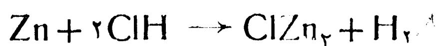
الف - ترکیب بااکسیژن - فلزها وغیر فلزها هر دو بااکسیژن ترکیب میشوند ولی فلزات بااکسیژن میل ترکیب بیشتر دارند و با شدت وتندی زیادتری بااکسیژن ترکیب میشوند وواکنش شیمیائی آنها بیشتر گرما میدهد وحال آنکه غیر فلزها بآسانی بااکسیژن ترکیب نمیشوندو بیشتر ترکیب آنها گرما میگردد مثلا یك قطعه آهن

(۱) خواص فیزیکی ومکانیکی فلزها رادر آغاز کتاب فلزها بتفصیل بیان خواهیم کرد.

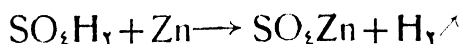
درهوای نمناك پس از اندك زمانی زنگ میزندو بااکسیژن هوا ترکیب میگردد وما میدانیم که کمتر فلزی پیدا میشود که دربرابر اکسیژن هوا و آب مقاومت نموده و سالم بماند و حال آنکه غیر فلزها مثل ئیدرژن ویاگاز کلر بیاری جرقه الکتریك ویا گرمای خیلی زیاد با اکسیژن ترکیب میشوند. پاره ازغیر فلزها مثل زغال و گوگرد که میل ترکیبشان برای اکسیژن زیاد است با گرمای کم میسوزند وبا اکسیژن ترکیب میشوند ولی اگر گوگرد و زغال را سالها همینطور بگذارند هیچوقت بااکسیژن هوا ترکیب نمیشوند.

اجسامی که از ترکیب فلزها با اکسیژن بدست میآیند خواصشان یکسان نیست و میدانیم که فلزها با اکسیژن اکسیدهائی میدهند که چون با آب ترکیب شوند ئیدرات میدهند ولی غیر فلزهاکه با اکسیژن ترکیب میشوند انیدرید تولید میکنند که از ترکیب آنها با آب اسیدهای اکسیژن دار حاصل میشود وفرق مابین ئیدراتها واسیدها را کاملا میدانیم.

ب- بیشتر فلزها با اسیدها ترکیب شده وبجای ئیدرژن اسید می‌نشینند مثلا اگر یك تکه روی را درجوهر نمك ویاجوهر گوگرد رقیق بیاندازیم اندك‌اندك باآن ترکیب شده وئیدرژن بلندمیشود.



$$Zn + ۲ClH \rightarrow ClZn_۲ + H_۲ \nearrow$$



$$SO_۴H_۲ + Zn \rightarrow SO_۴Zn + H_۲ \nearrow$$

وحال آنکه غیر فلزها بجای ئیدرژن اسیدها نمی‌نشینند.

ج- اگر نمکی را تجزیه الکتریکی بنمائیم در این تجزیه فلز سمت قطب منفی رفته وغیر فلز بسوی قطب مثبت میرود.

۲۳ - نتیجه - ازخواص بالا معلوم شد که فلز ها با غیر فلز ها خواصشان کاملا متفاوت است و بآسانی ممکن است آنهارا از هم تشخیص داده و بدو دسته تقسیم نمود ولی باید دانست که پاره ازفلزها خواص شیمیائیشان باندازه بهم نزدیك میشود که تشخیص فلزی ویا غیر فلزی بودن آنها مشکل میشود وممکن است جزو هر دودسته آنها رامحسوب داشت مثلا ئیدرژن تمام خواص فیزیکی و ظاهریش مثل غیرفلزها است ودرجزو غیر فلزها آنرا محسوب میدارند وحال آنکه درتجزیه الکتریکی اسیدها ئیدرژن آنها مثل فلزها بقطب منفی میرود ویا در ترکیب با غیر فلزها ئیدرژن مثل فلزها است و میل ترکیب زیاد برای غیرفلزات دارد ومثلا باکلر با شدت ترکیب میشود . همچنین قلع که جزو فلزها است هم اکسید میدهد و هم انیدرید . وکربن هم که جزو غیر فلزهااست هم اکسید میدهد وهم انیدرید . بدین جهت است که میگویند جدا کردن فلزها از غیر فلزها بایك طریقه کلی ممکن نیست زیراکه دربیشتر فلزها خواص غیرفلزی نیز ممکن است کم و بیش باشد وهمچنین بیشتر غیرفلزها پاره ازخواص فلزهارا داراهستند بنابراین نتیجه میگیریم که : یك عنصر فلز است وقتیکه بیشتر خواص فلزها بویژه خواص شیمیائی آنها در آن عنصر باشد .

وعنصر را غیر فلز میدانند هنگامیکه بیشتر خواص غیر فلزها را دارا باشد وخواص فلزی درآن نباشد ویا بسیار اندك باشد .

۲۴ـ طبقه بندی غیر فلزها ـ فلزهاوغیرفلزهارا جداگانه طبقه بندی نموده وبخانواده های چند تقسیم کرده‌اند .

اساس این طبقه بندی مشترك بودن خواص فیزیکی و بویژه خواص شیمیائی آنها است . مثلا کلر و برم و ید هر سه خواص مشترك بسیاری دارند که باعث شده‌است آنها را جزو يك خانواده دانسته و بنام مشهورترین آنها (کلر) نامیده شوند. مثلا کلر اگر این هر سه عنصر را بايك فلز مثل سدیم ترکیب کنیم مشاهده مینمائیم که همه آنها با شدت با سدیم ترکیب میگردند و ظرفیت هر کدام مساوی يك است ونمکهائی که تولید میکنند بترتیب عبارتست از کلرورسدیم ClNa و برمورسدیم BrNa و یدورسدیم INa . این سه نمك سفید رنگ و در آب محلولند و بیك شکل بلوری میشوند و برای بلوری شدن بمقدار مساوی آب میگیرند . هر سه آنها ثابت هستند و بآسانی تجزیه نمیشوند ولی اگر جوهر گوگرد روی آنها بریزیم و بجوشانیم تجزیه میشوند بنابر این چون خواص مشترکی دارند جزو يك خانواده محسوب شده و کافی است که خواص عمومی آنها را بیان نمائیم تا یاد گرفتن آنها آسان گردد .

همچنین گوگرد و اکسیژن هردو دو ظرفیتی هستند و بافلزها بآسانی ترکیب شده و ترکیب های همانند میدهند که در شرح خواص عمومی خانواده آنها بیان خواهد شد .

همین طور فسفر وازت وارسنیك که جزو خانواده ازت محسوب شده وهمه آنها سه ظرفیتی هستند و کربن وسیلیسیم که چهار ظرفیتی وجزو خانواده کربن محسوب میشوند.

در جدول عناصر نام و نشان فلزها و غیر فلزها را بیان کردیم و عناصر را هم طبقه بندی نموده و خانواده های فلزها و غیر فلزها را نیز معین

نمودیم . اینك بشرح خواص کلی و عمومی هر خانواده پرداخته و تشابه و اشتراك خواص آنها را بیان مینمائیم .

جدول طبقه بندی غیر فلزها

خانواده کلر	خانواده گوگرد یا اکسیژن	خانواده ازت	خانواده کربن
F	O	N	C
Cl	S	P	Si
Br		As	
I			

ترتیب این جدول ازینقرار است : در ترکیب بائیدرژن ظرفیت عناصر ستون نخست مساوی یك است و بائیدرژن بترتیب ترکیبهای زیر را میدهند .

FH	ClH	BrH	IH
اسید فلواریدریك	اسید کلاریدریك	اسید برهیدریك	اسید یدیدریك

و ظرفیت عناصر ستون دوم مساوی دو است و ترکیب آنها با ئیدرژن بقرار زیر است .

H_2O	SH_2
آب	اسید سولفیدریك

وظرفیت ستون سوم مساوی سه و ترکیبهای عناصر آنها بائیدرژن چنین میشود .

AsH_3	PH_3	NH_3
ئیدرور ارسنیك یا	ئیدرور فسفر	آمونیاك یا
ارسنیور ئیدرژن	یا فسفر ئیدرژن	ئیدرور ازت و یا ازتور ئیدرژن

وعناصر ستون چهارم چهار ظرفیتی و با ئیدرژن مطابق فرمول های زیر ترکیب میشوند.

SiH_4	CH_4
سیلیسیور ئیدرژن	کربور ئیدرژن (متان)

چنانکه میبینیم ظرفیت عنصرها در هر ستون یکسان است ولی درستونهای افقی ظرفیت از راست بچپ ترقی میکند و از یك تاچهار میرسد.

حال اگر ترکیب بااکسیژن عناصر رابدست آوریم می‌بینیم که عناصر ستون نخستین ترکیب زیر رامیدهند.

Cl_2O انیدرید هیپو کارو $+ H_2O \longrightarrow 2ClOH$ اسید هیپو کارو

Cl_2O_3 انیدرید کارو $+ H_2O \longrightarrow 2ClO_2H$ اسید کارو

Cl_2O_5 انیدرید کلریك $+ H_2O \longrightarrow 2ClO_3H$ اسید کاریك

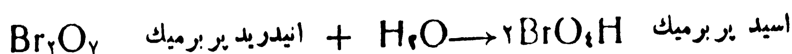
Cl_2O_7 انیدرید پر کاریك $+ H_2O \longrightarrow 2ClO_4H$ اسید پر کلریك

همینطور برم هم بااکسیژن ترکیباتی همانند کلر میدهد.

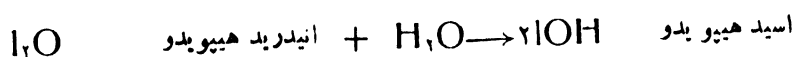
Br_2O انیدرید هیپو برمو $+ H_2O \longrightarrow 2BrOH$ اسید هیپو برمو

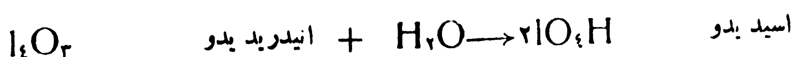
Br_2O_3 انیدرید برمو $+ H_2O \longrightarrow 2BrO_2H$ اسید برمو

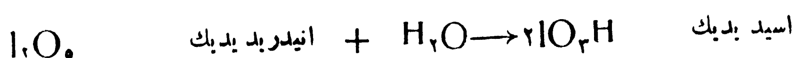


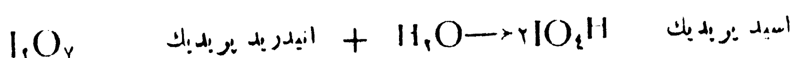


ید نیز ترکیبهای همانند میدهد.







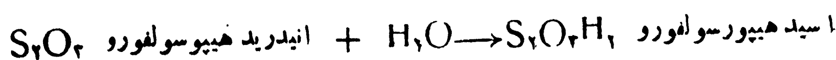


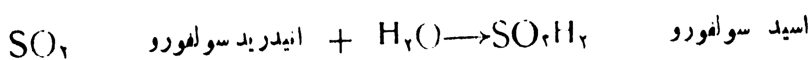
چنانکه می‌بینیم ترکیبات با اکسیژن در این خانواده مختلف وظرفیت هر عنصری از یك تا هفت دوتا بدوتا ترقی مینماید وانیدرید هائی تولید میکنند که بیشتر آنها تاکنون تهیه نشده‌اند ولی اسیدهای آنها ثابت تر و بویژه نمکهای آنها بخوبی شناخته و تهیه شده‌اند چنانکه خواهیم دید هیپو کلریت ها نمکهای اسید هیپو کلرو کلریت ها نمکهای اسید کلرو و کلرات‌ها نمکهای اسید کلریك وپر کلراتها نمکهای اسید پر کلریك هستند که گردهای سفید آنها خرید فروش میشودودر پیشه‌وهنر زیاد بکار میروند.

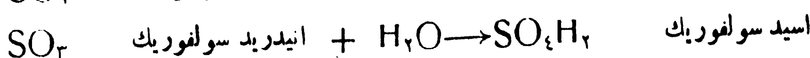
چنانکه گفتیم ترکیب عناصر ستون دوم با ئیدرژن بقرار زیر است:



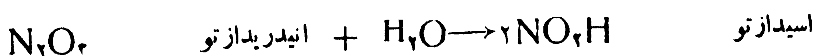
یعنی این عناصر در ترکیب با ئیدرژن دوظرفیتی هستند ولی اگر ترکیب با اکسیژن آنها رابنویسیم چنین خواهیم داشت.

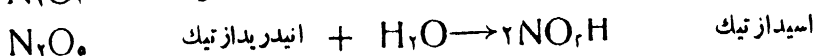




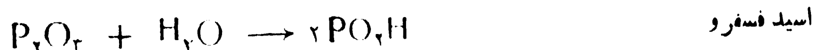


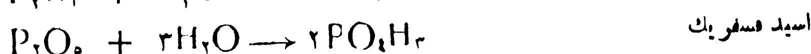
چنانکه میبینیم ظرفیت گوگرد درمقابل اکسیژن سه و چهار وشش است وهمچنین ترکیب های مهم عناصر ستون سوم با اکسیژن عبارتند از :





و

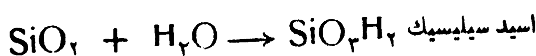




وچنانکه مشاهده میکنیم ظرفیت معمولی ازت وفسفر درمقابل اکسیژن ممکن است ۳ و یا ۵ باشد. اگر ظرفیت ازت ۳ باشد از آن ازنیتهامشتق میشوند واگرظرفیت آن پنج باشد از آن ازتاتهامشتق میگردند.

عناصرستون چهارم در مقابل اکسیژن همان ظرفیتی را دارند که در مقابل ئیدرژن داشتند. یعنی بیشتر چهار ظرفیتی هستند و ترکیبات اکسیژنه مهم آنها عبارتند از.





این دو اسید ناثابت هستند و تبدیل به انیدرید میشوند

کربناتها وسیلیکاتها ازانها مشتق میشوند

از آنچه گفتیم معلوم میشود که هرعنصری در مقابل ئیدرژن

یك ظرفیت ثابت دارد و درمقابل اکسیژن یك ظرفیت متغیر. ظرفیت اول‌را ظرفیت منفی وظرفیت ثانی‌را ظرفیت مثبت عنصر مینامند .

اکنون اگر دقت کنیم می بینیم که حاصل جمع ظرفیت منفی ومثبت یك عنصر حداکثر ممکن مساوی ۸ و اغلب کوچکتر از آن است . مثلا در کلر ظرفیت منفی یك و ظرفیت مثبت ۳ و ۵ و ۷ است بنابراین حاصل جمع ظرفیت مثبت و منفی آن (۸) و یا کوچکتر از آن است .

همچنین ستون گوگرد که ظرفیت منفی آنها دو است ظرفیت مثبتشان چنانکه گفتیم ممکن است ۳ و ٤ و یا شش باشد اینجا نیز حاصل جمع ظرفیت مثبت و منفی این عناصر ۸ و یا کوچکتر از هشت است .

ستون سوم را هم که ملاحظه کنیم می‌بینیم که ظرفیت منفی مساوی‌سه است بنابراین حداکثر ظرفیت‌مثبت آنها ۵ است وترکیب اکسیژنه ازت وفسفر و ارسنیك که بیش از همه اکسیژن میتوانند داشته باشند بترتیب عبارتند از .

N_2O_5 P_2O_5 As_2O_5

درستون کربن که ظرفیت‌منفی چهار است ظرفیت‌مثبت‌هم حد اکثر مساوی‌چهار خواهد بود مثلا درانیدریدکربنیك CO_2 ظرفیت کربن چهاراست .

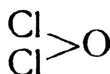
یادآوری- بایددانست که‌مابین‌تمام‌ترکیبات‌اکسیژنه‌عناصر ان ترکیبی که ظرفیت‌مثبت در آن بزرگتر است‌ثابت‌تراست مثلادرمیان

ترکیبات اکسیژنه کلر مثل :

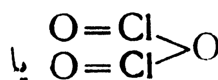
هیپو کلریت پتاسیم	ClOK
کلریت پتاسیم	ClO_2K
کلرات پتاسیم	ClO_3K
پر کلرات پتاسیم	ClO_4K

کلریت ازهیپو کلریت ثابت‌تر است و کلرات از این دو ثابت‌تر و پر کلرات از همه آنها ثابت تر است همچنین در میان ترکیبات اکسیژنه گوگرد سولفاتها از سولفیت‌ها و هیپوسولفیت‌ها ثابت ترند.
ودرمیان‌ترکیبات اکسیژنه ازت‌وفسفر ازتاتها وفسفاتها ازهمه ثابت ترند.

یادآوری ۲ ـ ممکن است پس از این مقدمه ظرفیت عناصر را درترکیبهای آنها بشکل خط نشان داده و چگونگی ترکیب را بدین وسیله نمایش داد. مثلا ترکیبات اکسیژن دار کلر که ظرفیت کلر در آنها متغیر است بصورت زیر نمایش داده خواهند شد :

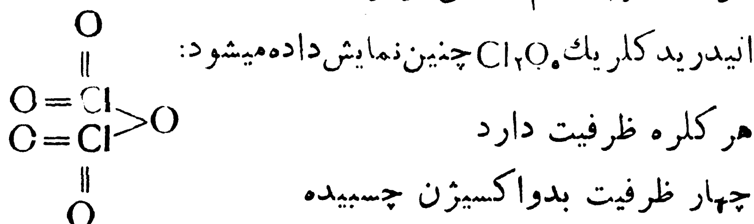
انیدرید هیپو کلرو Cl_2O را چنین مینویسند : 

چنانکه می بینیم در اینجا هر کلر یك ظرفیت دارد که بیك خط نمایش داده شده‌است‌واکسیژن که دوظرفیت‌داردباهر ظرفیت که بیك خط نمایش داده‌ایم بیك کلر بسته شده‌است.

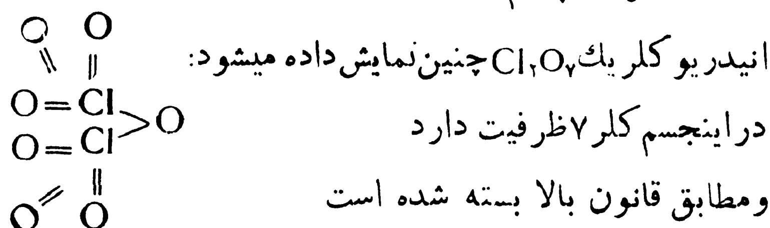
انیدرید کلرو Cl_2O_3 چنین نموده میشود  یا

و مشاهده میشود که در اینجا کلر سه ظرفیتی است و چنانکه می‌بینیم‌بااکسیژن ترکیب‌شده است‌وچون سه اکسیژن دارد هر کلر

می چسبند و چون اکسیژن دو ظرفیت دارد بنابراین بهر اکسیژنی دو مجبور است دو ظرفیت خود یعنی دو خط را بیك اکسیژن بسته و ظرفیت سوم را هم مطابق فرمول با کسیژن دیگر ببندد .



انیدرید کلریك Cl_2O_5 چنین نمایش داده میشود:
هر کلره ظرفیت دارد
چهار ظرفیت بدو اکسیژن چسبیده
و ظرفیت پنجم مثل بالا بیك اکسیژن بسته شده است .

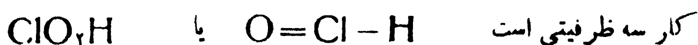


انیدریو کلریك Cl_2O_7 چنین نمایش داده میشود:
در اینجسم کلر ۷ ظرفیت دارد
و مطابق قانون بالا بسته شده است

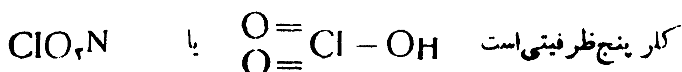
اکنون ممکن است اسید های کلر را هم مطابق طریقه بالا نمایش دهیم .



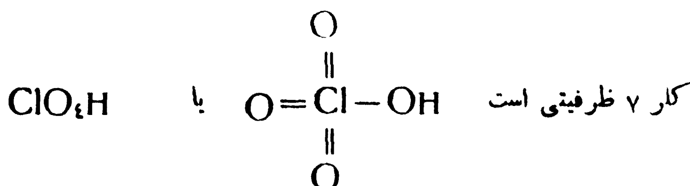
کلر یك ظرفیتی است $Cl - O - H$ یا $ClOH$



کلر سه ظرفیتی است $O = Cl - H$ یا ClO_2H



کلر پنج ظرفیتی است $(O=)_2Cl - OH$ یا ClO_3N

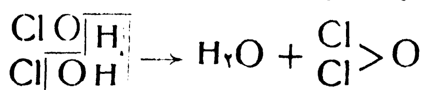


کلر ۷ ظرفیتی است $O = Cl(=O)_2 - OH$ یا ClO_4H

چنانکه می‌بینیم هر کدام از این چهار اسید یك عامل اسیدی (HO) بیشتر ندارند بنابراین برای نوشتن فرمول آنها کافی است که یك ظرفیت کلر را بدین عامل بچسبانیم و مابقی ظرفیت ها با کسیژن

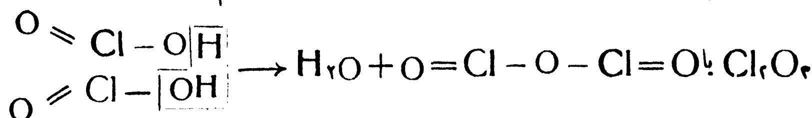
خط بسته خواهد شد و در نتیجه نوشتن فرمول آسان میشود .

اکنون ممکن است از این اسیدها یك ذره آب کم کرده وانیدرید های مربوط را که فرمول آنها را نوشتیم بدست بیاوریم . مثلا میبینیم که برای کم کردن یك ذره آب از ClOH باید دو ذره این اسید را بگیریم مطابق فرمول زیر .



در این فرمول می‌بینیم که برای گرفتن یك ذره آب لازم است یك H از کلر بالا و یك OH از کلر زیر باهم ترکیب شوند و در نتیجه یك ظرفیت از اکسیژن بالا و یك ظرفیت از کلر پائین قطع و کم میشود و مجبورا اکسیژن بالا به کلر پائین میچسبد و Cl — O — Cl یا $\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} > O$ بدست میآید .

همچنین از $2\,ClO_2H$ که یك ذره آب بگیریم Cl_2O_3 بدست میآید .



بهمین طریق میتوان انیدرید اسیدهای اکسیژن‌دار دیگر را از برداشتن آب اسیدهای آنها بدست آورد .

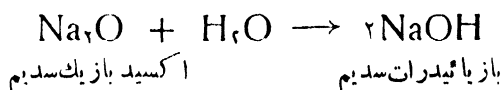
این فرمول را کـه در آن ظرفیت بخط نمایش داده شده و چگونگی ترکیب و بستگی عنصرها بهم معلوم میگردد باسم فرمول گسترده مشهور است که در اینجا بطور مختصر ذکر کردیم و فایده آن چنانکه بعد خواهیم دید بسیار است و بهتر آنستکه دانش آموزان همیشه کوشش نمایند فرمول‌ها را بدین طریق فرا گرفته و بنویسند تا مجبور بحفظ کردن آنها نشوند .

بخش دوم

مختصری راجع به عاملهای شیمیائی

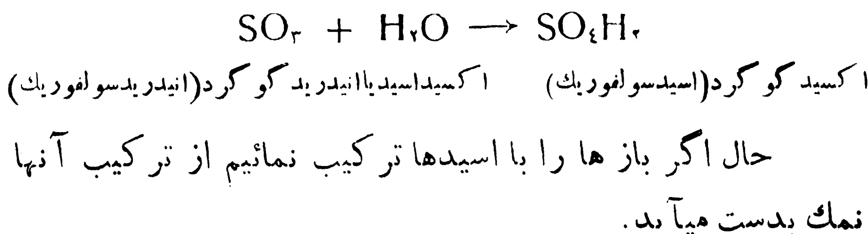
وفرمولهای گسترده

۲۵- چنانکه میدانیم فلزها و غیر فلزها چون با اکسیژن ترکیب شوند تولید دو دسته اکسید میکنند که یکدسته از آنها (اکسید فلزها) بازی هستند یعنی با آب ترکیب شده ئیدرات یا باز میدهند که محلول آنها محلول آفتاب گردان را که بیاری اسیدها قرمز شده است آبی میکنند و دستهٔ دیگر (اکسید های غیر فلز ها یعنی انیدرید ها) اسید هستند یعنی چون با آب ترکیب شوند اسید میدهند و محلول آنها رنگ محلول آفتاب گردان را که در اثر بازها آبی گشته است دوباره قرمز مینماید. مثال:



$$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$$

اکسید بازیك سدیم   باز یا ئیدرات سدیم



$$SO_3 + H_2O \longrightarrow SO_4H_2$$

اکسید گوگرد(اسیدسولفوریك)   اکسیداسید یا انیدرید گوگرد(انیدریدسولفوریك)

حال اگر باز ها را با اسیدها ترکیب نمائیم از ترکیب آنها نمك بدست میآید.



$$2NaOH + SO_4H_2 \longrightarrow SO_4Na_2 + 2H_2O$$

سولفات سدیم

که خاصیت اسیدها و بازها را ندارد و بیشتر آنها بر محلول آفتاب گردان هم اثری نمیکنند.

از آنجا نتیجه میگیریم که عامل اسید و باز که رنك آفتاب گردان را تغییر میدادند از میان رفته است و در حقیقت در هنگام تشکیل نمك این دو عامل که خاصیت ضد هم داشته اند بایکدیگر ترکیب شده و جسمی تشکیل داده‌اند که دیگر عامل اسید و باز ندارد.

اگر فرمول تمام باز ها را بنویسیم می‌بینیم که در تمام آنها مجموعه (OH) وجود دارد.







چنانکه می‌بینیم هر باز یك یا دو یا چند عامل (OH) دارد که خاصیت بازی مربوط بآن است و از اینجهت آنرا عامل بازها نامیده اند یعنی تمام عملها و ترکیبها و خواص بازها مربوط باین عامل است

همچنین اگر اسیدها را بنظر آوریم مشاهده میکنیم که تمام آنها دارای عامل H هستند که آنرا عامل اسید مینامند.

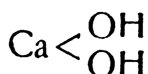




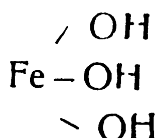

بعضی اسیدها دو یا چند ئیدرژن عامل H اسیدی دارند.

چون در ترکیبهای شیمیائی همیشه این عاملها هستند که با هم

ترکیب میشوند ازاین رو بهتر آنستکه همیشه عاملها را با یکدیگر ترکیب نمائیم تا کیفیت ترکیب وضریب های آن بآسانی معلوم شود وبرای این مقصود هم لازم است که فرمول اجسام را بطور گسترده ویا منبسط بنویسیم تابتوانیم بآسانی عاملهای آنها را شناخته با یکدیگر ترکیب نمائیم مثلا فرمول گسترده آب آهك یا ئیدرات کلسیم که دو عامل بازی دارد چنین نوشته میشود .



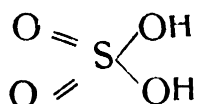
وفرمول ئیدرات آهن را که سه عامل بازی دارد چنین مینویسیم :



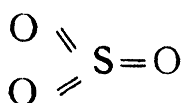
هم چنین فرمول جوهر نمك را در یك عامل اسید دارد باید چنین نوشت .



ویا جوهر گوگرد دو عامل اسید دارد وئیدرژنهای آن مستقیماً بگوگرد متصل نمیشوند اینطور نمایش میدهیم .

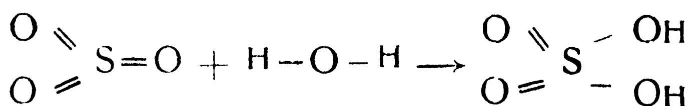


زیرا که میدانیم جوهر گوگرد از ترکیب انیدرید سولفوریك SO_3 یابا آب H_2O بدست آمده است ، اگر فرمول گسترده انیدرید سولفوریك را که گوگرد در آن شش ظرفیت دارد بنویسیم چنین خواهیم داشت :



فرمول گسترده آب هم چنین است : H — OH

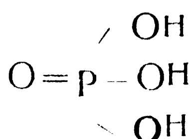
حال وقتیکه این دوجسم باهم ترکیب شوند باید دقت کنیم در این ترکیب که در حقیقت ثابت شدن دو مجموعهٔ H و OH آب در روی انیدرید سولفوریك است باید ظرفیت گوگرد همان عدد شش باقی بماند و بنابر این ترکیب آب با انیدرید سولفوریك چنین خواهد شد .



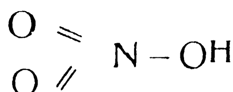
یعنی H یك اتم هیدرژن آب به یك اکسیژن و OH آب بگوگرد متصل میگردد و در نتیجه دو OH در ذره اسید پیدا میشود که خاصیت اسیدی مربوط بآن است .

از اینجا نتیجه میگیریم که اسیدها و بازها هر دو دارای عامل OH هستند ولی OH اسیدی ویژهٔ اسید هائی است که از انیدریدها بوجود آمده‌اند . درصورتیکه OH بازی ویژهٔ ئیدراتها است .
و از اکسیدهای بدست میآید و چنانکه میدانیم خاصیت آنها باهم کاملا مختلف است .

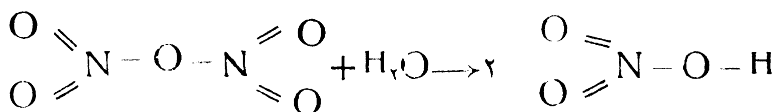
مطابق گفتار بالا فرمول گسترده اسید فسفریك که سه ئیدرژن ویا سه OH اسید دارد چنین خواهد شد :



چنانکه می‌بینیم فسفر در این اسید پنج ظرفیتی است .
همینطور فرمول گسترده اسید نیتریك چنین میشود .



تبصرهـ وقتی انیدرید ها باآب ترکیب میشوند همیشه ظرفیت عنصری که انیدرید از آن مشتق شده است در این ترکیب ثابت میماند چنان که در مثال های بالا دیدیم که ظرفیت گوگرد در انیدرید سولفوریك شش است ودر اسید سولفوریك هم همان شش باقی مانده است هم‌چنین ظرفیت فسفر وازت که در انیدرید آنها پنج است در اسید آنها هم پنج باقی میماند .



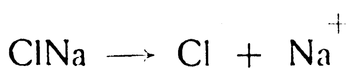
۳۶- نیروی اسیدهاو بازهاـ چنانکه دیدیم خاصیت اسیدهاو بازها مربوط به عاملهای آنها است و بطور مختصر باید بدانیم که هنگامیکه اسید ها و یا باز ها یا نمك ها را در آب حل کنیم به اجزاء بسیار کوچکی موسوم به ایون تجزیه میشود که دارای مقداری بار الکتریکی مثبت یامنفی هستند و چون روان برق را از محلول آنها بگذرانیم ایونهائی که دارای بارالکتریکی منفی است بقطب مثبت میرود یا بعبارت دیگر مجذوب قطب مثبت میشود وبرعکس ایونهائی

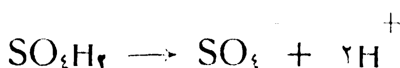
که دارای بار الکتریکی مثبت هستند بقطب منفی میروند یاباصطلاح مجذوب قطب منفی میگردد . بطور کلی ئیدرژن وتمام فلزها بقطب منفی میروند وبنابراین ایون آنها صاحب بار مثبت است وبرعکس غیر فلزها بقطب مثبت میروند و ایون آنها صاحب بار منفی است

مثلا جوهر نمك در آب به ایونهای Cl و H شکسته میشود



شکسته شدن نمك طعام وجوهر وسود سوزآود درفرمولهای زیر نمایش داده میشود .

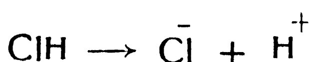






بنابراین اسیدها که در آب حل میشوند بمحلول ایون ئیدرژن (H^+)میدهند و بازها که در آب حل میشوندایون(OH^-)ودرنتیجه محلولها خاصیت این ایونها راپیدا میکنند .

ولی باید بدانیم که تمام ذره اسید ویاباز بهایون تجزیه نمیشود واز آنجانتیجه میگیریم که چون خاصیت اسیدی خاصیت ایون ئیدرژن وخاصیت بازی خاصیت ایون OHاست بنابراین هراسیدی ویابازی که ذره آن بیشتر به ایون تبدیل شده ودرنتیجه درمحلول بیشتر ایون HوOH داشته باشد قویتر است . مثلا ClH از یك ذره تا ۰٫۹ آن (تقریبا تمام آن) بطریق زیر تبدیل میشود .



مثلا اسید کلر یدریك و اسید نیتر یك که از هر ذره آن ٪۹۰ به ایون شکسته میشود اسیدهای بسیار قوی هستند.

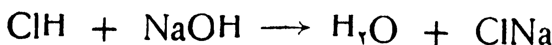


ولی اسید سولفوریك که تنها در هر ذرهٔ ٪۶۰ آن به ایون تجزیه تبدیل میشود نسبت باسید های بالا ضعیف تر وقوه اسیدی آن کمتر است ولی نسبت بجوهر سر که که تنها ٪۶ از هر ذره آن به ایون تجزیه میشود ولی اسیدهای خیلی قوی بشمار است.

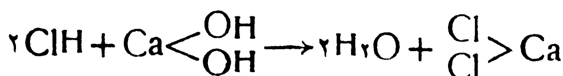
در میان بازهاهم هر بازی که بیشتر تبدیل شده و ایون OH بمحلول بدهد قویتر است. مثلا سود وپتاس از بازهای خیلی قوی و آب آهك بازی قوی و آمونیاك بازی متوسط است.

ترکیب اسیدهاو بازهاـ حال که دو عامل اسیدهاو بازهارا میشناسیم باید در ترکیب این اجسام همیشه عاملهای آنها رابا هم ترکیب نمائیم:

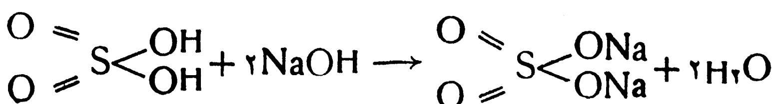
مثال ـ ۱ ترکیب جوهر نمك وسود سوز آور.



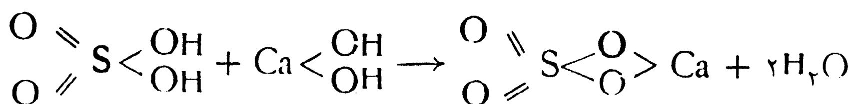
مثال ۲ ـ ترکیب اسید کلر یدریك وهیدرات کلسیم.



مثال ۳ ـ ترکیب جوهر گوگرد وسودسوز آور



مثال۴ـ ترکیب جوهر گوگرد باهیدرات کلسیم .

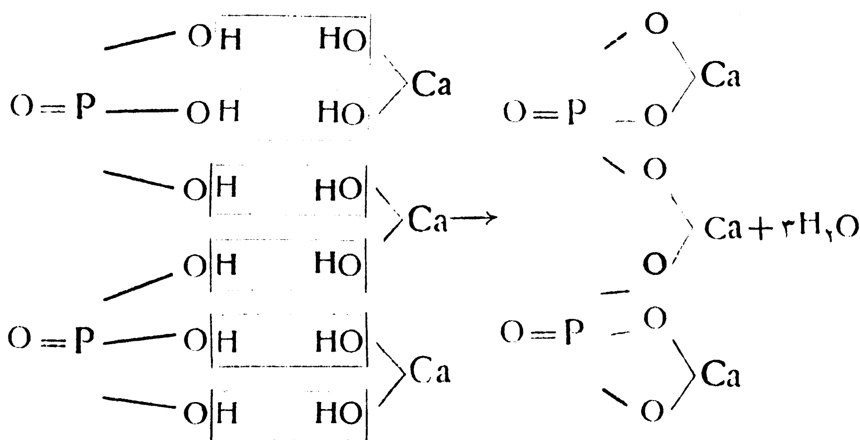


در اینجا چنانکه میبینیم Ca دوظرفیتی است وبجای ئیدرژن جوهر گوگرد نشسته است .

مثال۵ـ ترکیب اسید فسفریك باهیدرات کلسیم .



که چون بصورت فرمول گسترده بنویسیم بقرار زیر خواهد بود .



بخش سوم

هیدرژن H = ۱

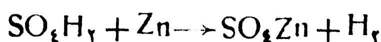
چنانکه در درسهای پیش (§۲۳ ص۷۲) دیدیم هیدرژن در تمام خواص فیزیکی همانند غیرفلزها و در خواص شیمیائی کاملا نظیر فلزها است از این رو ما نخست آنرا در بخش جداگانه بیان کرده و سپس به شرح غیرفلزها و فلزها میپردازیم .

کشف هیدرژن را به تورکت دومایرن (۱) نسبت میدهند کیمیاگر نامبرده این گاز راازاثر جوهر گوگرد بر آهن بدست آورد . (۲) **کاواندیش** درسال ۱۷۸۳ درخواص این گاز دقت کرده آنرا هوای سوزا نام نهادوازسوزانیدن آن ثابت کرد که آب تنهاازاکسیژن و هیدرژن مرکب است . بالاخره **لاوازیه** نظر بخاصیت ترکیب آن بااکسیژن و تشکیل آب آنرا هیدرژن یعنی **آب‌زا** نامید .

۲۷ ـ درطبیعت ـ هیدرژن بحالت آزاد بسیار کم (در گازهای آتشفشانی) ولی بحالت ترکیب زیاد یعنی ۱/۹ وزن آب وجزء مهم و مواد آلی است

۲۸ ـ **طرز تهیه** ـ چون هیدرژن یکی ازاجزاء مهم اسیدهاو بازها و آب است میتوان آنرا بآسانی ازاین اجسام بدست آورد .

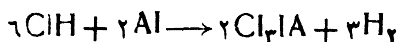
۱ ـ **فلزها و اسیدها** ـ درآزمایشگاه هیدرژن اسیدهارا بوسیله فلزهای تنداثر جدا کرده درلوله آزمونه روی تشتك آب میگیرند مثلا اسید سولفوریك با روی واسید کلریدریك با آهن و آلومینیم ترکیب شده مطابق فرمولهای زیر هیدرژن میدهد .



$$SO_4H_2 + Zn \rightarrow SO_4Zn + H_2$$



$$2ClH + Fe \rightarrow Cl_2Fe + H_2$$



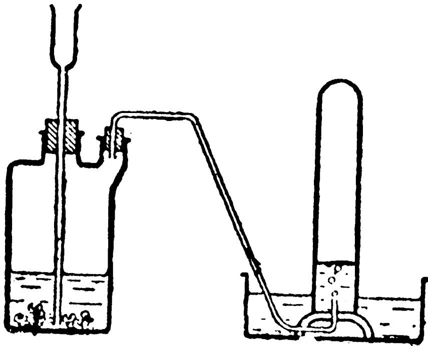
$$6ClH + 2Al \rightarrow 2Cl_3Al + 3H_2$$

Cavandish (۲) Turquet de Mayern (۱)

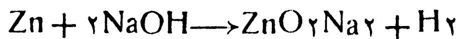
فلزهای کم اثر مانند مس جیوه و سیم وزروزر سفیدنمیتوانند هیدرژن اسیدها را آزاد کنند . **جوهرشوره** را نیز نمیتوان برای تهیه هیدرژن بکار برد . برای تهیه‌هیدرژن خالص دراسبابی مطابق (شکل۷)روی را با اسیدسولفوریك‌رقیق‌تر کیب میکنند .

۲ - فلز ها وباز ها

بعضی فلزهای‌تند اثر هیدرژن بازهارا نیز جدامیکنند.برای‌این کار بایدمحلول‌غلیظ بازاستعمال شود .



(ش ۷)



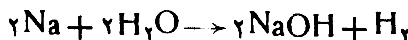
$$Zn + 2NaOH \longrightarrow ZnO_2Na_2 + H_2$$



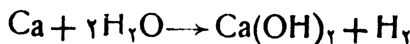
$$2Al + 2NaOH + 2H_2O \longrightarrow 2ALO_2Na + 3H_2$$

۳ ـ فلزهاو آب ـ پتاسیم وسدیم و کلسیم آب رابشدت تجزیه کرده هیدرژن میدهند .با پتاسیم شدت عمل باندازه‌ای زیاداست که هیدرژن حاصل‌خود بخود افروخته میشود .

با کلسیم عمل ملایم‌تر است . برای تهیه هیدرژن ازسدیم بهتر است‌ملغمه‌سدیم تهیه شود.



$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

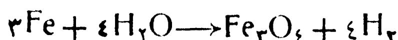


$$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$$

٤ - طرز تهیه صنعتی ـ الفـتجزیه الکتریکی آب ـ آب را بوسیله سود سوزآور هادی کرده و بین دوقطب آهن که دیواری از پنبه کوهی آنها را ازهم‌جدا میکند در اثر جریان شدید برق تجزیه

میکنند اکسیژن در قطب مثبت و هیدرژن در قطب منفی متصاعد میشود .

ب ـ احیاء بخار آب ـ بخار آب را بوسیله آهن گداخته احیاء میکنند بیشتر هیدرژن مصرف دنیا باین طریقه تهیه میشود .

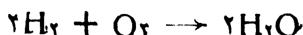


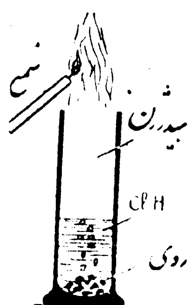
۲۹ ـ **خواص فیزیکی** هیدرژن گازی است بی رنگ، بی بو بی مزه در آب بسیار کم محلول (۲ سانتیمتر در لیتر) و سبکترین گاز ها است یعنی ۱۴ر۳ مرتبه از هوا سبکتر است . یك لیتر آن تنها ۰ر۰۸۹ گرم وزن دارد مهمترین خواص فیزیکی هیدرژن قابلیت نفوذ آن زیرا با آسانی است از جدار های متخلل میگذرد و حتی ازفولاد سرخ عبور میکند .

هیدرژن از تمام گاز ها دیرتر آبگونه میشود زیرا زینه حرارت بحرانیش ۲۴۰ است . هیدرژن آبگونه سبکترین آبگونه ها است و در ۲۵۲ ـ درجه بجوش آمده ودر ۲۶۰ ـ درجه منجمد میشود .

۳۰ ـ **خواص شیمیائی** هیدرژن در زینه حرارت معمولی کم اثر ودر گرمای زیاد یا بیشتر غیر فلزها و پارهٔ از فلزها ترکیب میشود مهمترین واکنشهای آن ترکیب با اکسیژن ویاهالوژنها ومخصوصاً کلر است.

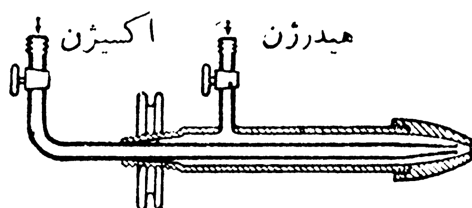
الف ـ مخلوط هیدرژن واکسیژن مخصوصا اگر بنسبت دو حجم هیدرژن ویك حجم اکسیژن باشد در اثر گرما یا شعله یا جرقهٔ الکتریك بشدت منفجر میشود و بخار آب میدهد.

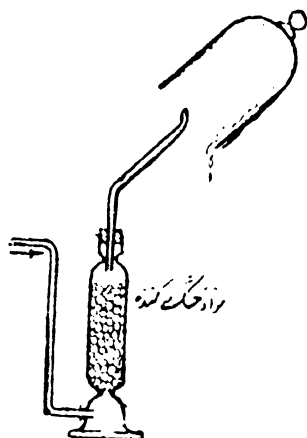




ب – ترکیب بکمك شعله – هیدرژن بکمك شعله بااکسیژن هوا ترکیب میشود و باشعلهٔ آبی رنگی میسوزد. ش (۸) اگر ظرف سردی روی شعله هیدرژن نگاه داریم قطره های آب روی ظرف پدید میآید. ش(۹)

زینه حرارت حاصل از سوختن هیدرژن زیاد و به ۲۰۰۰ درجه میرسد. چنانکه پلاتین را میگدازد در صنعت برای استفاده عملی **در بوری اکسیدریك** مطابق (شکل ۱۰)



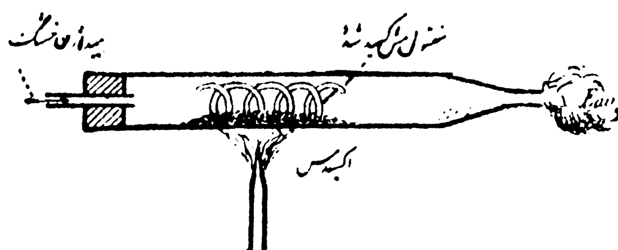


(ش ۱۰) (ش ۹)

بدون مخلوط کردن دو گاز هیدرژن رادر اکسیژن میسوزانند. نظر بگرانی هیدرژن، امروزه در صنعت بجای هیدرژن استیلن بکار میبرند (جوش اکسیژن)

خاصیت احیاء کننده - هیدرژن در اثر میل ترکیبی زیاد اکسیژن اجسام اکسیژن دار را گرفته آنها را تجزیه میکنند. مثلا اگر یك نوار براده مس را در شعله چراغ الکلی بگیریم در اثر ترکیب با اکسیژن هوا سیاه میشود، حال اگر آنرا در لولهٔ شیشه‌ای مطابق (شکل ۱۱) قرار داده حرارت دهیم و جریان ئیدروژن خشك را ازروی آن

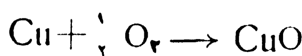
بگذرانیم دو باره جلای اولیه خود راپیدا میکند یعنی بحالت فلـز



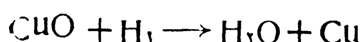
(ش ١١)

آزاد بر میگردد .

فرمولهای این دو عمل ازاینقرارند :



$$Cu + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CuO$$



$$CuO + H_2 \longrightarrow H_2O + Cu$$

ب - **ترکیب باغیر فلزهای دیگر** - هیدرژن تقریبا با تمام غیر فلزها ترکیب میشود وچنانکه دردرسهای آینده خواهیم دیدباکلر اسید کلریدریك ClH وباگوگرداسیدسولفوریك SH_2 و با ازت گاز آمونیاك NH_3 میدهد .

ج **ترکیب با فلزها** - هیدرژن بابعضی فلز های تند اثر مانند سدیم و کلسیم ترکیب شده هیدرور سدیم NaH و هیدرور کلسیم CaH_2 میدهد .

٣١ - طرز شناختن - هیدرژن را بسوزانی وشعلهٔ بی رنگ وبخار آب حاصل و قابلیت نفوذو سبکی آن میشناسند .

بخش چهارم

خانواده کلر یاهالوژن ها

۳۲ـعناصر مشهور این خانـواده عبارتنداز فلوار F و کلر Cl و بـرم Br و ید I که آنهارا هالوژن (۱) یعنی نمك ساز هم مینامند.

در میان این چهار عنصر فلوار شباهتش بسه‌تای دیگر کم است ولی کلر و برم ید منتهای شباهت‌را در ترکیبات خود دارند بطوریکه خواص شیمیائی آنها تقریبا یکسان است و کافی که خواص کلی یکی از آنها مثلا کلر را بدانیم تابتوانیم خواص دوتای دیگر را نیز از آن نتیجه بگیریم با این اختلاف کـه فلوار غیر فلزی‌تر از کلر و کلر غیراز فلزی‌تر از برم و برم غیر فلزی‌تر از ید است. بطوریکه اگر این عناصر را بترتیب غیر فلزی بودن از بالا بپـائین بنویسیم چنین خواهیم داشت:

گاز سبك	F = ۱۹
گاز سنگین	Cl = ۳۵٫۵
آبگونه	Br = ۸۰
دج	I = ۱۲۷

چنانکـه می‌بینیم خاصیت فیزیکی این چهار عنصر هم بخوبی نشان میدهد که اولی غیرفلزی تر از همه و خاصیت غیر فلزی از بالا بپائین کم میشود چنانکه برم آبگونه است و ید مثل فلز ها دجی

Halogènes — ۱

شکل میباشدو دانه‌های سیاه‌و براق آن درخشندگی فلزی دارد .

هر یك از این عنصر ها که در زیر عنصر های دیگر قرار گرفته است کمتر از عناصر بالای خود فراراست و سنگینی ویژهٔ آنهم زیادتر است در آب کمتر حل میشود .

خواص شیمیائی — از نظر شیمیائی هرچه عنصری غیر فلزی تر باشد یعنی بالاتر قرار گرفته باشد نیروی شیمیائی و میل ترکیب آن بیشتر است و میتواند نمکهای عناصر زیرین خود را بآسانی تجزیه نماید . مثلا اگر ترکیب ئیدرژن را با این عناصر را بررسی نمائیم فلوار در زینه حرارت ۲۲۵ــ که در این دما ئیدرژن آبگونه و فلوار جامد است با ئیدرژن ترکیب شده و تولید انفجار مینماید .



$$F_2 + H_2 \longrightarrow 2FH + 78 \text{ کالری}$$

اسید فلواریدریك

کلر با ئیدرژن اگر در برابر نور آفتاب با شدت ترکیب شده ومنفجر میگردد و گرما پس میدهد منتهی شدت آن مثل ترکیب فلوار و ئیدرژن نیست و علاوه بدون نور بائیدرژن بمرور و باشکال ترکیب میشود مثلا در شب کلر و ئیدرژن بملایمت ترکیب میکردند و عمل باانفجار همراه نیست و مقدار گرمائی هم که پس میدهد کمتر از ترکیب فلوار و ئیدرژن است .



$$Cl_2 + H_2 \longrightarrow 2ClH + 44 \text{ کالری}$$

اسید کلریدریك

برم بائیدرژن بدون گرمادادن ترکیب نمیشود و انفجار هم ندارد.

وگرمای ترکیب هم که پس میدهد خیلی کم است .



$$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2BrH + 17 \text{ کالری}$$

اسید برمیدریك

ید در گرمای خیلی زیاد می تواند با ئیدرژن ترکیب گردد و ترکیب آن کامل نیست واسید یدیدریك که بوجود می آید بلادرنگ یك قسمت آن بواسطه بی ثباتی دوباره به ید و ئیدرژن تجزیه میگردد بنابراین فرمول ترکیب آن دوطرفه است .



$$I_2 + H_2 \rightleftarrows 2IH - 13 \text{ کالری}$$

وبویژه باید دقت کنیم که واکنش شیمیائی در اینجا گرماگیر است . این خاصیت های مختلف ازآنستکه چنانکه گفتیم ئیدرژن از نقطه نظر شیمیائی خواص فلزی دارد وچون فلزها میل ترکیبشان با غیر فلزها زیاد است وهر قدر خاصیت فلزی وغیرفلزی دو عنصر که با هم میخواهند ترکیب شوند زیادتر باشد این دوعنصر باشدت زیادتری بایك دیگر ترکیب میشوند بدین جهت فلوار که غیر فلزی تر از کلر است بائیدرژن باشدت زیادتری ترکیب میگردد . و همچنین کلر نسبت به برم و ید غیر فلزی تر است بنابراین بائیدرژن ترکیبش تندتر و شدیدتر است همچنین برم نسبت به ید . اماید که خاصیت فلزی آن بیش ازدیگران است با ئیدرژن باشکال و بمدد انرژی ترکیب میشود وترکیب آنهم ناثابت است زیرا که میدانیم فلزها با هم میل ترکیب ندارد ودو عنصری هم که خاصیت فلزی در هردوآنها زیاد است باهم باشکال ترکیب میشوند ازنظر ثبات هم باید بدانیم که درجه ثبات این

ئیدر اسید های هالوژن بامیل ترکیب عناصر آنها با ئیدرژن متناسب است مثلا FH ثابت تر از ClH و این اسید ثابت تر از BrH و BrH ثابت تر از IH است بدین جهت فلوار نمکهای سه عنصر دیگر را بآسانی تجزیه میکند و کلر نمکهای دو عنصر پس از خود را تجزیه مینماید مثلا برم یدورها را تجزیه میکند . مسائل حل شده ای که در آخر بخش خواهیم داد این خواص را که از نظر شیمیائی اهمیت بسیاری دارند بخوبی روشن مینماید .

هالوژنها بطور کلی بمناسبت میل ترکیبی که برای ئیدرژن دارند آب و مواد ئیدرژن دار و آلی را هم تجزیه کرده و فاسد می کنند و بهمین جهت است که چوب پنبه درشیشه آنها بزودی فاسد میگردد چوب پنبه درشیشه تنتوریدمیپوسد از این رو باید در شیشه آنها را همیشه باشیشه ببندیم تا فاسد نشود . اگر یك دانه ید را در روی لباس ویا پوست دست بگذاریم بزودی مشاهده میکنیم که پوست و یا پارچه را میخورد و فاسد میکند و بهمین علت شستن و پاك کردن و سفید کردن پارچه باتر کیبهای کلر باید به اندازه و بطور دقیق انجام یابد و گرنه این اشیاء را بتدریج پوسانده و از دوام آنها میکاهد .

هالوژنها با فلزها بهتر از ئیدرژن و باشدت زیادتری ترکیب میشوند و نمکهای دوتائی تولید مینمایند . مثلا یك قطعه سدیم در گاز کلر ویا در کلر آبگونه آتش میگیرد همچنین اگر قطعه سدیم را بادانه های ید روی هم بگذاریم آتش خواهد گرفت .

اگر مفتولهای نازك فلزهای دیگر راهم کم وبیش گرم ویا قرمز

نمائیم ودر گاز این عناصر فرو بریم بتندی سوخته ودود سفید نمك های آن‌ها بر میخیزد . این دودها تمام در آب حل میشوند و آنها را بترتیب کلرو روبرمورویدور آن فلز مینامند .

مثال :

کلرور سدیم	ClNa
برمور آهن	Br_2Fe
یدور پتاسیم	iK

هالوژنها باغیر فلزها باین آسانی ترکیب نمیشوند .

مثلا بااکسیژن ویاگوگرد بمدد گرماوانرژی خارجی ترکیب میشوند وترکیبهای آنها ثابت نیست ولی بافسفر آسانتر ترکیب می شوند وترکیبات آنها را مثل پیش بترتیب کلرور وبرمور ویدور آن غیر فلز مینامند .

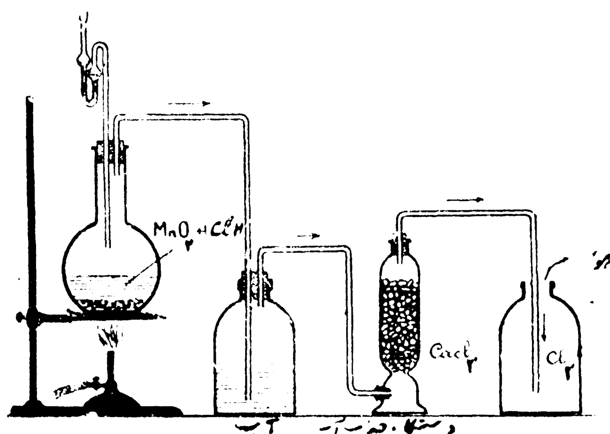
۳۳-یادآوری - بطور کلی وقتیکه دوجسم شیمیائی باهم باشدت زیادتری ترکیب شوند آن ترکیب بهمان نسبت ثابت‌تر خواهد بود مثلاترکیب هالوژنهابافلزهاتندتر وباشدت‌زیادتر از ترکیب باغیر فلزها انجام‌مییابد. بنابراین ترکیبهای آنهابافلزها باثبات‌تراست وترکیبهای آنهاباغیر فلزها ناثابت هستند . در میان ترکیبهای فلزها آنها هم این قانون‌برقراراست یعنی باهر فلزی که هالوژنهاباشدت بیشتری‌ترکیب شوند نمکی که تولید میکنند ثابت تراست مثلا ترکیب کلر باسدیم تولید ClNa میکندکه بمراتب ثابت‌تر از Cl_2Fe است و همچنین در میان غیر فلزها هر ترکیبي که آسانتر تولیـد شود ثابت

تر از دیگران است مثلا ترکیبهای کلر با فسفر ثابت تر از ترکیبهای کلر با اکسیژن است زیرا کلر با فسفر بهتر ترکیب میشوند تا با اکسیژن



کلر در سال ۱۷۷۴ ضمن تحقیق اثر بی اکسید منگنز بر جوهر نمک بتوسط شئل شیمی دان سوئدی کشف شد . مدتها آنرا اثر کیمی از اکسیژن و جوهر نمک میدانستند در سال ۱۸۱۰ داوی انگلیسی عنصر بودن آنرا محقق ساخت و بمناسبت رنگ زرد مایل به سبز آنرا کلر یعنی سبز رنگ نامید .

۴۴ - حالت طبیعی - کلر نظر بمیل ترکیبی بسیار زیاد در طبیعت بحالت آزادی یافت نمیشود ولی بصورت کلرورهای مختلف که از همه فراوانتر کلرور سدیم است در آب دریا و در کانها زیاد است .



(ش ۱۱)

۴۵. طرز تهیه - الف- در آزمایشگاه برای تهیه کلر اسید کلریدریك را با بی اکسید منگنز که بفارسی مغنیسا می‌خوانند گرما می‌دهند بدین طریق که در دستگاهی مطابق شکل در بالن بی اکسید منگنز میریزند و بوسیله قیف بلندی که تا ته بالن میرسد جوهر نمك

بدان میافزایند وسپس گرما میدهند بی اکسید منگنز جوهر نمك را مطابق فرمول زیر تجزیه مینماید .



$$MnO_2 + 4ClH \longrightarrow Cl_2Mn + Cl_2 + 2H_2O$$

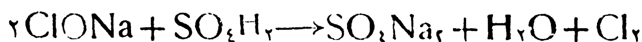
در حقیقت بی اکسید منگنز بآسانی تجزیه شده اکسیژن میدهد واکسیژن نیز بآسانی جوهر نمك را تجزیه میکند و کلر را آزاد میسازد .

ب ـ در آزمایشگاه میتوان گاز کلر را از اثر پرمنگنات خشك بر جوهر نمك بدست آورد بدینطریق گرما دادن لازم نیست و گاز کلر حاصل خالصتر میباشد فرمول عمل از اینقرار است :

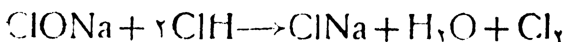


$$2MnO_4K + 16ClH \longrightarrow 2ClK + 2Cl_2Mn + 8H_2O + 5Cl_2$$

ج ـ همچنین میتوان در آزمایشگاه از اثر اسید ها هیپو کلریت ها گاز کلر تهیه نموده مطابق فرمولهای زیر :



$$2ClONa + SO_4H_2 \longrightarrow SO_4Na_2 + H_2O + Cl_2$$



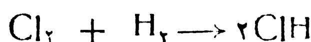
$$ClONa + 2ClH \longrightarrow ClNa + H_2O + Cl_2$$

ج ـ در پیشه و هنر کلر را از تجزیه الکتریکی محلول نمك که خیلی ارزانتر تمام میشود بدست میآورند (شرح مفصل تجزیه الکتریکی نمك طعام را در کتاب فلزها بیان خواهیم کرد)

۳۶ ـ خواص فیزیکی ـ کلر گازی است رنگین واگر آنرا مترا کم کرده باشند سبز رنگ ویا خرمائی رنگ است واگر مترا کم نشده باشد و مقدار کم آن در گنج زیاد وجود داشته باشد زرد رنگ بنظر می آید . گاز کلر سنگین تر از هوا است بطوریکه اگر آنرا در یك لوله آزمایش تهیه

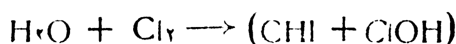
نمایند ازدهانه لوله بیرون نمیآید مگر آنکه لوله را گرم کنندتا گاز منبسط شده وخارج گردد ویا لوله راواژگون نمایندتا کلر که ازهوا سنگین تراست از آن خارج گردد .همین خاصیت سنگینی کلر بر خطر آن میافزاید زیرا هنگام جنگ که آنرا میان دشمنان پرتاب میکنند بواسطه سنگینی در نزدیك زمین باقیمانده و بهوابالا نمیرود و در نتیجه تنفس مجبوری آن باعث خفگی وسرفه وخون آمدن ریه ومسموم شدن میگردد. بوی آن بسیار زننده ونامطبوع وسرفه آور است و درمان مسمومیت آن تا هنگامیکه کاملا شخص را ازپای درنیاورده است تنفس اکسیژن وهوای آزاد واندکی محلول آمونیاك است گاز کلر را ممکن است بیاری سرما ویا فشار بآسانی آبگون کرد .

۳۷ - خواص شیمیائی - الف - اثر کلر برئیدرژن . و اجسام ئیدرژن دار- بائیدرژن در نور آفتاب ترکیب شده ومنفجر میشوند.



$$Cl_2 + H_2 \longrightarrow 2ClH$$

آبرا بواسطه میل ترکیبی که برای ئیدرژن دارد تجزیه می کند وآب کلر میدهد.



$$H_2O + Cl_2 \longrightarrow (ClH + ClOH)$$

آب کلر که اسید هیپو کلر ClOH دارد بی ثبات است و بآسانی بجسم ثابت ClH و اکسیژن تبدیل میگردد .



$$ClOH \longrightarrow ClH + O$$

ازاین جهت میگویند آب کلر اکسید کننده است

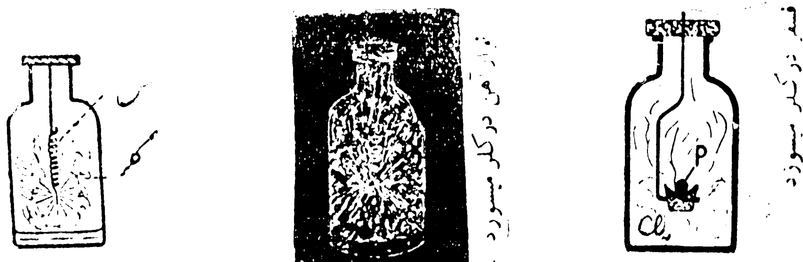
آب کلر چون زود تجزیه میشود نمیتوان آنرا مدتها نگاهداشت و هر

هنگام که لازم شود باید تهیه نمود یعنی گاز کلر را وارد آب سرد کرد تا آب کلر که زرد رنگ است بدست آید.

کلر اجسام ئیدرژن دار و آلی را تجزیه نموده وفاسد مینماید

ب ـ اثر کلر برفلزها واکسید فلزها و ئیدراتها

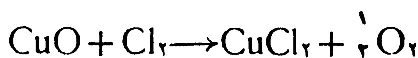
نوار نازك فلزها را که بیاری گرما قرمز نموده ودر شیشه گاز کلر فرو بریم دود کرده وتولید کلرور مینماید مطابق شکل.



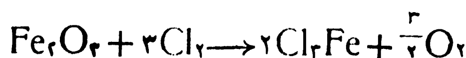
ش (۱۲)

هیچ فلزی حتی سیم وزرو پلاتین در برابر کلر مقاومت نمیکند بلکه همه فلزها بیاری گرما با آن ترکیب میشوند.

کلر بمناسبت میل ترکیبی که برای فلز ها دارد می تواند اکسید های فلزی را هم که گرم کرده واز روی آنها گاز کلر عبور دهند تجزیه نموده و بافلزهای آنها ترکیب گردد مثلا اکسید مس وآهن و بیشتر فلزات بآسانی مطابق فرمول زیر تجزیه مینماید.



$$CuO + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2 + \frac{1}{2}O_2$$



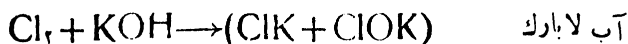
$$Fe_2O_3 + 3Cl_2 \longrightarrow 2Cl_3Fe + \frac{3}{2}O_2$$

اگر گاز کلر را در ئیدراتهای محلول در آب وارد نمائیم مطابق

فرمول زیر باآنها ترکیب میشود و تولید کلرورهای رنگ بر مینماید.

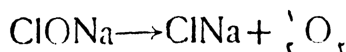


$$Cl_2 + NaOH \longrightarrow (ClNa + ClONa)$$ آب ژاول

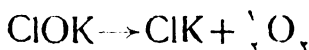


$$Cl_2 + KOH \longrightarrow (ClK + ClOK)$$ آب لابارك

چنانکه میبینیم کلرور های رنگ‌بر عبارتند از آب آب‌ژاول و لابارك این‌دو جسم بواسطه وجود هیپو کلریت ناثابتند و بآسانی تجزیه شده اکسیژن تولید مینمایند.

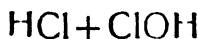


$$ClONa \longrightarrow ClNa + \frac{1}{2}O_2$$



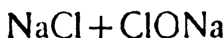
$$ClOK \longrightarrow ClK + \frac{1}{2}O_2$$

اگر دقت کنیم میبینیم که اثر کلر بر ئیدراتها کاملا شبیه‌اثر کلر بر آب است. با این اختلاف که فرمول آب HOH است و فرمول ئیدراتها مثلا ئیدرات سدیم NaOH است وفرقی که این دوفرمول با هم دارند این‌است که بجای H نخستین آب Na نشسته است بنابراین اگر درفرمول آب کلر ClH + ClOH بجای ئیدرژن Na بگذاریم آب ژاول واگر K بگذاریم آب لابارك بدست میآید.



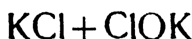
$$HCl + ClOH$$

آب کلر



$$NaCl + ClONa$$

آب ژاول

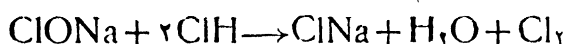


$$KCl + ClOK$$

آب لابارك

امتیاز کلرور های رنگبر بر آب کلر آنستکه باثبات تر

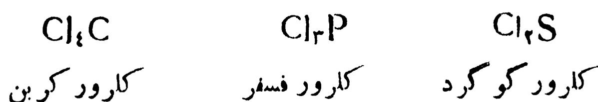
از آب کلر میباشد بطوریکه ممکن است آنها را مدتها نگاهداشته وازکشوری بکشور دیگر فرستاد بدون آنکه تجزیه شوند . ولی اگر درمحلول آنهاجوهر رنگین بریزیم بزودی رنگ آن از بین میرود ویااگر پارچه‌ای در آنهاخیس کنیم آنرا سفید کرده ومیپوساند . علت آنستکه هیپو کلریت‌ها هنگامیکه با اجسام ئیدرژن دار و آلی ویا اجسامیکه محتاج باکسیژن هستند ویامیل ترکیب با اکسیژن دارند نزدیك شوند بآسانی تجزیه شده واکسیژن خود را بدانها میدهند وآن اجسام راهم تبدیل باجسام‌دیگری میکنند . ازاین جهت میگویند که کلرور های رنگ بر اکسید کننده هستند اگر در روی کلرور های رنگ بر اسیدبریزیم مطابق فرمول زیر تجزیه‌شده و کلر میدهند .


$$ClONa + ۲ClH \longrightarrow ClNa + H_۲O + Cl_۲$$

در این صورت چون گاز کلر اثر رنگ بردنش شدیدتر از اکسیژن است ازاین جهت رنگ بر تر است .

یادآوری - سابق براین آب ژاول‌راآب لابارالڪوآب لابارالڪ راآب ژاول مینامیدند .

ج - **ترکیب کلر باغیر فلزها** - میل ترکیبی کلر برای غیر فلزات کم است وبیشتر بیاری گرما و انرژی زیاد با پاره‌ازآنهامثل گوگرد و کربن وفسفر ترکیب‌شده واجسامی بفرمول های‌زیر میدهد .



$Cl_۲S$	$Cl_۳P$	$Cl_۴C$
کلرور گوگرد	کلرور فسفر	کلرور کربن

یادآوری - یدوبرم تقریبا در تمام‌خواص مثل کلر می‌باشد و نمك های‌متشابه میدهند .

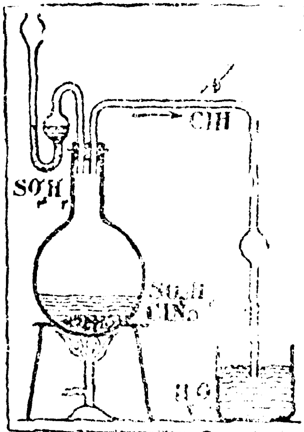
بخش پنجم

اسید کلریدریک یا جوهر نمک $ClH =$ ۳۶٫۵

۳۹ـ محلول اسید کلریدریك بر کیمیا گران معلوم بود ولی تهیه آنرا از جوهر گوگرد و نمك طعام قبل از گلوبر(۱)(۱٦٤٨) کسی متذکر نشده این اسید سابقا باسم اسیدموریاتیك (۲)موسوم بوده هنوز این اسم دربازار معروف است.

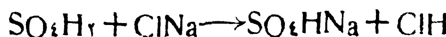
۴۰ ـ **درطبیعت** ـ در گازهائی که ازدهانه کوههای آتش فشان خارج میشوند بمقدار کم وجود دارد همینطور درعصیر معدی کمی از این اسید یافت میشود (درحدود ۲٫۰٪)

۴۱ ـ **طرزتهیه** ـ در آزمایشگاه میتوان محلول غلیظ اسید کلریدریك بازرگانی را حرارت داده قطره قطره جوهر گوگرد اضافه نمود وحاصل را روی طشتك جیوه بدست آورد مطابق (شکل۱۳)ولی معمولا اسیدسولفوریك رابا کلرورسدیم ترکیب میکنند و گاز های



ش(۱۳)

حاصل را درشیشه های دهن گشاد میگیرند ویا در آب حل میکنند .

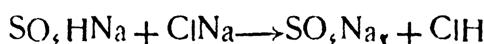


$$SO_4H_2 + ClNa \longrightarrow SO_4HNa + ClH$$

درصنعت این عمل را در کوره های چدنی بزرگ انجام میدهند، نخست مطابق فرمول فوق سولفات اسیدتشکیل شده وبعد در گرمای

Glaubert ـ ۱ Ac.muriatique ـ ۲

زیاد سولفات اسید با یك مولکول دیگر نمك ترکیب شده سولفات خنثی میدهد بدین فرمول :



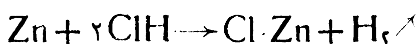
$$SO_4HNa + ClNa \longrightarrow SO_4Na_2 + ClH$$

گاز کلریدریك پس ازعبور ازلوله‌های چدنی سرد شده و بعد در آب حل میشود .

۴۲ـ**خواص فیزیکی**ـ اسید کلریدریك گازیست بیرنگ بابوئی زننده بآسانی آبگونه میشود یعنی همینقدر که آنرا قدری سرد کرده ویا فشار آنرا زیاد کنیم آبگونه میگردد . در آب بمقدار خیلی زیاد حل میشود ازاین جهت است که محلول آنرا خرید وفروش کرده و در آزمایشگاهها هم ازمحلول آن استفاده میکنند . هرقدر آب گرمتر باشد این گاز بیشتر در آن حل میشود . اسید کلریدریك گازی شکل از هوا اندکی سنگین تر است و با هوای مرطوب دود سفید تولید میکند زیرا که بخار آبرا گرفته جسمی بفرمول ClH و nH^2O میدهد .

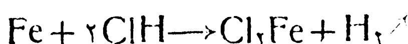
۴۳ـ**خواص شیمیائی** ــ **الف** ــ **خاصیت ثبات** ـ اسید کلریدریك اسیدی است بسیارثابت زیرا که میل ترکیب کلرو ئیدرژن که این جسم را تشکیل داده اند باهم زیاد بوده و در هنگام ترکیب از شدت تمایل تولیدگرما وانفجار کرده اند بنا بر این بآسانی تجزیه نشده و یك دیگر را رها نمیکنند مگر وقتی باجسمی نزدیك شود که میل ترکیبش برای عنصر های مرکب کننده این اسید (یعنی کلروئیدرژن) بیشتر از ایندو و برای هم باشدمثلا میدانیم که فلزها میل ترکیبشان برای کلر بمراتب زیاد تر از ئیدرژن است و هنگامیکه باکلر ترکیب میشوند بیشتر گرما تولید میکنند بنابراین

فلزها میتوانند جای ئیدرژن را گرفته واسید کلریدریك را تجزیه نمایند مطابق فرمولهای زیر :



$$Zn + 2ClH \rightarrow Cl\cdot Zn + H_2 \nearrow$$

کلرور روی



$$Fe + 2ClH \rightarrow Cl_2Fe + H_2 \nearrow$$

کلرور آهن



(ش ١٤)

بنابر این ازترکیب فلزها بااین اسید میتوان در آزمایشگاهها همیشه ئیدرژن بدست آورد .

تنها فلزهای قیمتی مانند سیم و زر و پلاتین سفید بااین اسید ترکیب نمیشوند .

غیرفلزاتیکه میل ترکیبشان برای ئیدرژن زیاد است میتوانند اسید کلریدریك را تجزیه نموده وبائیدرژن آن ترکیب شوند مثلا اکسیژن ویاترکیباتی که بآسانی اکسیژن میدهند مثل آب اکسیژنه وپرمنگنات پتاسیم ویا بی اکسید منگنز با ئیدرژن این اسید ترکیب شده و کلر آنرا آزاد میکنند .

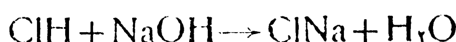


$$MnO_2 + 4ClH \rightarrow ClMn_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

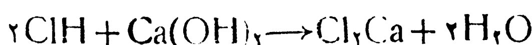


$$H_2O_2 + 2ClH \rightarrow Cl_2 + 2H_2O$$

ب ـ خاصیت اسیدی ـ اسید کلریدریك ترش مزه است و اگر محلول خیلی رقیق آنرا بچشیم ترشی آن بخوبی محسوس است و رنگ آفتاب گردان راکه ئیدراتها آبی کرده اند بشدت قرمز میکنند. اسید کلریدریك اسیدی است بسیار قوی وبا فلزها واکسیدهای فلزی وئیدراتهای آنها ترکیب شده وتولید نمکهای دوتائی (کلرورها) مینماید. ترکیب این اسید با فلزها و اکسید فلزها در مثال های بالا دیده میشود ترکیب آن با ئیدراتها مطابق فرمول زیراست:

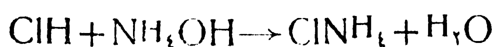


$$ClH + NaOH \rightarrow ClNa + H_2O$$

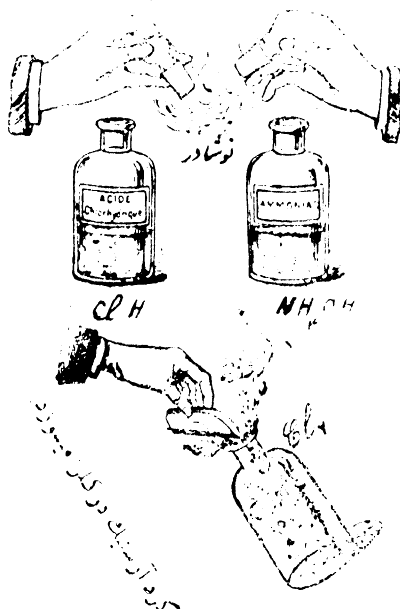


$$2ClH + Ca(OH)_2 \rightarrow Cl_2Ca + 2H_2O$$

جوهر نمك باآمونیاك دود سفید نوشادر میدهد.



$$ClH + NH_4OH \rightarrow ClNH_4 + H_2O$$



(ش ۱۵)

یادآوری ـ اسیدبرمیدریك BrH و اسید یدریك IH نیز تقریبا بیشتر خواص اسید کلریدریك را دارند.

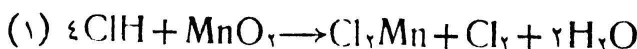
بخش ششم

مسائل حل شده

مسئله ۱ ـ مقداری اسید کلریدریك را با قدری بی اکسید منگنز در قرعی ریخته و گرم مینمائیم و گازی که متصاعد میشود وارد محلول برمور پتاسیم میکنیم و پس از آنکه تمام گاز وارد محلول شد این محلول را جوش میآوریم. گاز جدیدی از آن متصاعد میشود که در دماء ۱۰ زینه و فشار ۷۴ سانتیمتر جیوه ۱۲۰ سانتیمتر مکعب گنج دارد فرمول واکنش شیمیائی رابنویسید ومقدار بی اکسید منگنز را معین کنید.

$$Mn = 55$$

حل ـ فرمول واکنش شیمیائی چنانکه میدانیم بقرار زیر است:



$$(1)\quad 4ClH + MnO_2 \longrightarrow Cl_2Mn + Cl_2 + 2H_2O$$

$$87 \qquad\qquad 22.4$$

اثر کلر بر روی محلول برمور پتاسیم مطابق فرمول زیر است.



$$(2)\quad Cl_2 + 2BrK \longrightarrow Br_4 + 2Cl_2$$

$$22.4 \qquad\qquad 22.4$$

بنابر این گاز کلر که وارد محلول BrK شود آنرا تجزیه نموده و گاز Br_2 تولید میکند که در هنگام جوشاندن محلول متصاعد میشود.

محاسبه گنج گاز برم در صفر درجه حرارت و فشار معمولی.

$$P_tV_t = P_0V_0(1 + \alpha t)$$

$$120 \times 74 = V_0 \times 76\left(1 + \frac{1}{273} + 10\right) = V_0 \times 76 \times \frac{283}{273}$$

و از آنجا :

$$V_0 = \frac{۱۲۰ \times ۷٤ \times ۲۷۳}{۷٦ \times ۲۸۳}$$ = ۱۰۱ سانتیمتر مکعب = ۰ر۱۰۱ لیتر

واز روی فرمول (۲) نتیجه میگیریم که ۱۰۱ سانتیمتر مکعب گاز برم باید همان مقدار گاز کلر بدهد و آنوقت از روی برابری (۱) ممکن است بسهولت مقدار MnO_2 را بدست آورد .

۸۷ گرم MnO_2 ⟵ ۲۲ر٤ لیتر گاز کلر

X ⟵ ۰ر۱۰۱ « «

$$X = \frac{۸۷ \times ۰ر۱۰۱}{۲۲ر٤}$$ = ۰ر۳۹۲ گرم

مسئله ۳- ۲۲٤ سانتیمتر مکعب گاز فلوار را در محلول نمك طعام وارد میکنیم و گازی که متصاعد میشود دو قسمت می نمائیم یك قسمت آنرا وارد محلول یدور پتاسیم و قسمت دیگر را وارد محلول برمور پتاسیم میکنیم ازاین دو محلول گازهائی متصاعد میشوند که گنج یکی از آنها (گازیکه از محلول یدور پتاسیم متصاعد میشود) درزینه حرارت ۵ وفشار معمولی مساوی با $\frac{۲}{۳}$ گنج گازی است که از محلول برمور پتاسیم درصفر و فشار ٦٤ سانتیمتر جیوه متصاعد شده .
معلوم کنید مقدار یدور پتاسیم و برمور پتاسیم را در دو محلول .

$K = ۳۹$ $\qquad I = ۱۲۷$ $\qquad Br = ۸۰$

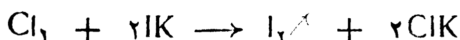
حل - فرمولهای واکنش شیمیائی عبارتند از :
اثر فلوار بر املاح کلر .



$$(۱) \qquad F_2 + 2ClNa \longrightarrow Cl_2 + 2FNa$$

۲۲ر٤ ۲۲ر٤

واثر کلر بر املاح ید وبرم .



$$Cl_2 + 2IK \longrightarrow I_2 \nearrow + 2ClK$$



(۲) ۲۲٫۴ ۲×۱۶۶ ۲۲٫۴



$$Cl_2 + 2BrK \longrightarrow Br_2 + 2ClK \qquad (3)$$



۲۲٫۴ ۲×۱۱۹ ۲۲٫۴

محاسبه ـ ۲۲۴ سانتیمتر مکعب گاز فلوار مطابق فرمول (۱) ۲۲۴ سانتمتر مکعب گاز کلر میدهد .

حال فرض میکنیم که از این ۲۲۴ سانتیمتر مکعب گاز کلر X سانتیمتر مکعب کلر آن وارد محلول BrK و Y سانتیمتر مکعب دیگر وارد محلول IK شده باشد .پس چنین خواهیم داشت: $X + Y = 224$ (I)

ولی مطابق فرمولهای (۲) و (۳) مشاهده میکنیم که X سانتیمتر گاز کلر که وارد محلول BrK شود X سانتیمتر مکعب گاز برم آزاد میکند و همچنین Y سانتیمتر مکعب گاز ید آزاد مینماید پس گنج گاز برم کـه درزینه حرارت صفر وفشار ۷۶ سانتیمتر جیوه متصاعد شده است مساوی X سانتیمتر مکعب گنج گاز ید که در زینه حرارت صفر وفشار ۷۶ سانتیمتر جیوه متصاعد میشود مساوی Y سانتیمتر مکعب خواهد بود حال اگر فرض کنیم که گنج گاز برم در زینه حرارت صفر و فشار ۶۴ سانتیمتر جیوه مساوی Z باشد مطابق قانون ماریت نتیجه میگیریم :

$$Z \times 64 = 76X$$

و یا

$$Z = \frac{76 \times X}{64}$$

ولی مطابق فرض مسئله گنج گاز ید در دماء ۱۵ وفشار معمولی مساویست با $\frac{2}{3} Z$

بنابراین این گنج گاز ید در دماء صفر وفشار معمولی مساوی خواهد بود با:

$$\frac{\frac{2}{3}Z}{1+\alpha t} = \frac{2Z}{3(1+\frac{1}{273}\times 5)} = \frac{2Z}{3\times\frac{278}{273}} = \frac{2Z\times 273}{3\times 278}$$

وچون بجای Z مقدارش را بر حسب X بگذاریم چنین نتیجه می شود:

$$\frac{2Z\times 273}{3\times 278} = \frac{2(\frac{76\times X}{64})\times 273}{3\times 278} = \frac{2\times 76\times X\times 273}{3\times 278\times 68} = 0{,}7774X$$

اما در بالا گنج گاز ید را در دماء صفر وفشار معمولی مساوی Y فرض کرده‌ایم بنابراین نتیجه میشود که:

$$Y = 0{,}7774$$

وچون مقدار Y را در برابری (I) قرار دهیم چنین خواهیم داشت

$$X + Y = X + 0{,}7774X = 422$$

و از آنجا:

(گنج گاز برم در شرایط معمولی) ۱۲۶ سانتیمتر مکعب $= \frac{224}{1{,}7774} = X$

و (گنج گاز ید در شرایط معمولی) ۹۸ سانتیمتر مکعب $= 224 - 126 = Y$

حال برای پیدا کردن مقدار BrK و IK کافی است که مطابق برابر (۲) تناسب به بندیم

۲ × ۱۶۶ گرم IK ۲۲٫۴ لیتر گاز ید میدهد .

X » » » ۰٫۰۹۸

$$X = \frac{۲ \times ۱۶۶ \times ۰٫۰۹۸}{۲۲٫۴} = ۱٫۴۵۲۵ \text{ گرم}$$

و مطابق برابر (۳)

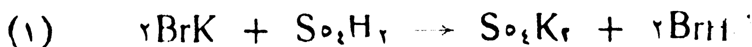
۲ × ۱۱۹ گرم BrK ۲۲٫۴ لیتر گاز برم میدهد .

X » » ۰٫۱۲۶ »

$$X = \frac{۲ \times ۱۱۹ \times ۰٫۱۲۶}{۲۲٫۴} = ۱٫۳۳۹ \text{ گرم}$$

مسئله ۳ - ۱۰ گرم برمور پتاسیم را با بی اکسید منگنز آمیخته و درقرعی میریزیم وسپس بآن جوهر گوگرد می‌افزائیم . گاز یرا که متصاعدمیشود در محلول ۱۵ گرم آمیزه نمك طعام و یدور پتاسیم واردمیکنیم پس از آن محلول را بجوش میآوریم . گاز هائی از آن متصاعد میشود که در گرمای ۵ زینه و فشار ٦٤ سانتیمتر جیوه ۱۱۲ سانتیمتر مکعب گنج دارد . معین کنید مقدار نمك طعام ویدور پتاسیم وبرمور پتاسیم را درمحلول .

حل - فرمول واکنش شیمیائی را مینویسیم .



$$(۱) \quad ۲BrK + SO_4H_2 \rightarrow SO_4K_2 + ۲BrH$$

۱۱۹ ۲ × ۲۲٫۴



$$(۲) \quad ۴BrH + MnO_2 \rightarrow Br_2 + Br_2Mn + ۲H_2O$$

۲۲٫۴



$$(۳)\quad Br_۲ + ۲IK \longrightarrow I_۲ + ۲BrK$$

۲۲٫۴   ۲×۱۶۶   ۲۲٫۴

محاسبه - مطابق فرمول (۱) جوهر گوگرد BrK را تجزیه میکند و سپس مطابق فرمول (۲) بی اکسید منگنز BrH را تجزیه میکند و گاز $Br_۲$ متصاعد میشود این گاز هنگامیکه وارد محلول نمك طعام و یدور پتاسیم شود IK را مطابق فرمول (۳) تجزیه میکند و گاز ید متصاعد مینماید (ولی بر ClNa اثری نمیکند زیرا که کلر غیر فلزی تر از برم است) بنا بر این برای حل مسئله کافی است که گنج گاز ید را که متصاعد شده است در شرایط معمولی حساب کرده واز روی آن مقدار IK و سپس گنج گاز برم و در نتیجه مقدار BrK را حساب کنیم

محاسبه گنج ید در شرایط معمولی .

$$VtPt = V_\circ P_\circ(۱ + \alpha t)$$

$$۱۱۲ \times ٦٤ = V_\circ \times ۷٦(۱ + \frac{۱}{۲۷۳} \times ۵) = V_\circ \times ۷٦ \times \frac{۲۷۸}{۲۷۳}$$

و از آنجا :

$$V_\circ = \frac{۱۱۲ \times ٦٤ \times ۲۷۳}{۷٦ \times ۲۷۸}$$ = ۸٤ سانتیمتر مکعب = ۰٫۰۸٤ لیتر

محاسبه مقدار IK از روی برابر فرمول .

۱٦٦×۲ گرم IK   ۲۲٫۴ لیتر گاز $I_۲$ میدهد

X   »   ۰٫۰۸٤   »   »

$$X = \frac{۲ \times ۱٦٦ \times ۰٫۰۸٤}{۲۲٫٤}$$ = ۱٫۲٤۵ گرم

و چون محلول نمک طعام و یدور پتاسیم ۱۵ گرم از این آمیزه دارد بآسانی مقدار نمک بدست میآید .

$$۱۵ - ۱٫۲۴۵ = ۱۳٫۷۵۵ \text{ گرم}$$

محاسبه مقدار Brk :

از روی فرمول (۱) میبینیم که یک ذره BrK یک ذره BrH میدهد . و از روی فرمول (۲) مشاهده میکنیم اکه چهار ذره BrH یک ذره Br_2 میدهد بنابر این نتیجه میگیریم .



$$BrK \rightarrow BrH \rightarrow \frac{1}{4} Br_2$$

$$۱۱۹ \text{ گرم} \rightarrow ۲۲٫۴ \rightarrow \frac{۱}{۴} \times ۲۲٫۴$$

و از روی فرمول (۳) نتیجه میگیریم که ۲۲٫۴ لیتر گاز برم ۲۲٫۴ لیتر گازید متصاعد میکند و چون گنج گازید در دست و مساوی با ۰٫۰۸۴ لیتر است پس گنج گاز برم هم مساوی همین مقدار است و با یک تناسب مقدار BrK را هم بدست میآوریم .

۱۱۹ گرم BrK	$\frac{۱}{۴}$ ۲۲٫۴ لیتر گاز برم میدهد
X » »	۰٫۰۸۴ » »

$$X = \frac{۱۱۹ \times ۰٫۰۸۴ \times ۴}{۲۲٫۴} = ۱٫۷۸۵ \text{ گرم}$$

مسئله ۴ — ۸ گرم نمک طعام را باقدری بی اکسید منگنز در بالنی ریخته و سپس بدان جوهر گوگرد اضافه کرده و بالن را گرم مینمائیم گازی از آن متصاعد میشود که در شرایط معمولی ۵۶۰ سانتیمتر مکعب

گنج دارد . این گاز را بدو قسمت کرده و یك قسمت آنرا وارد در محلول سرد سود و قسمت دیگر را وارد محلول گرم پتاس مینمائیم معین کنید .

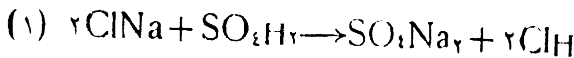
۱ ـ فرمول واکنش شیمیائی را .

۲ ـ درجه خلوص نمك طعام را .

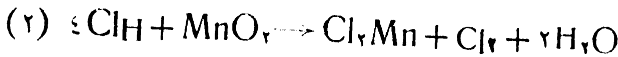
۳ ـ حساب کنید که ۵٦۰ سانتیمتر مکعب این گاز باچه مقدار سود و پتس ترکیب میگردد .




حل ـ ۱ ـ فرمول واکنش شیمیائی را مینویسیم .

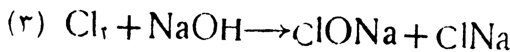


۵۸٫۵



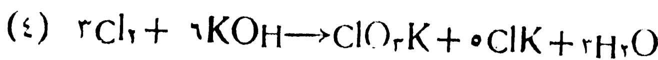
۲۲٫٤

اینك یك قسمت از گاز کلری که متصاعد شده و وارد محلول سرد سود میشود مطابق فرمول زیر ترکیب میگردد .



۲۲٫٤ ٤۰

وقسمت دیگر که وارد محلول گرم پتاس میشود مطابق فرمول پائین ترکیب میگردد .



۳ × ۲۲٫٤ ٦ × ۵٦

درحقیقت وقتی محلول پتاس گـرم باشد ClOK (هیپو کلریت

پتاسیم) نمیماند زیرا که این نمك خیلی ناثابت است و چون آن را گرم کنیم تجزیه میگردد .

۲ ـ محاسبه مقدار نمك طعام ـ از روی فرمول(۱)و(۲) می بینیم که برای تولید یك ذره گاز کلر (٤ر۲۲ لیتر) چهار ذره اسید کلریدیك لازم است و تهیه چهار ذره این اسید چهار ذره نمك طعام لازم دارد بنابراین تناسب زیر نتیجه میشود .

٥ر٥٨ × ٤ گرم نمك طعام ٤ر۲۲ لیتر گاز کلر میدهد

X « « ۰ر٥٦۰

$$X = \frac{٤ \times ٥٨ر٥ \times ۰ر٥٦۰}{٢٢ر٤} = ٥ر٨٥ \text{ گرم}$$

بنابراین معلوم میشود که در ۸ گرم نمك طعام ۸٥ر٥ گرم نمك خالص وجود دارد .

۳ ـ محاسبه مقدار سود پتاس ـ از روی فرمول (۳) نتیجه میگیریم :

٤۰ گرم سود ٤ر۲۲ لیتر گاز کلر لازم دارد .

X « « ۰ر٥٦۰ « « « «

$$X = \frac{٤٠ \times ٠ر٥٦٠}{٢٢ر٤} = ١ \text{ گرم}$$

و از روی فرمول(٤) نتیجه میشود .

٦ × ٥٦ گرم پتاس ۳ × ٤ر۲۲ لیتر گاز کلر لازم دارد .

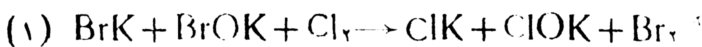
X « « ۰ر٥٦۰ « « « «

$$X = \frac{٥٦ \times ٦ \times ٠ر٥٦٠}{٣ \times ٢٢ر٤} = ٢٨ \text{ گرم}$$

مسئله ۵ ـ محلولی است از هیپوبرمیت و برمور پتاسیم گاز کلر وارد آن میکنیم و سپس این محلول را تبخیر کرده و خشک منمائیم نمکی در ته ظرف باقی می ماند که ۱۰ گرم وزن دارد معین کنید گنج گاز کلر را که وارد محلول کرده اند در شرایط معمولی و فرمول های واکنش شیمیائی را.

K = ۳۹ Cl = ۳۵٫۵

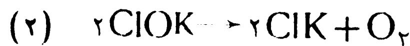
حل ـ فرمول واکنش شیمیائی کلر در روی محلول.



(۱) $BrK + BrOK + Cl_2 \rightarrow ClK + ClOK + Br_2$

۲۲٫۴ ۷۴٫۵

حال اگر محلولی که در آن ClK + ClOK تشکیل شده است بجوشانیم تا خشک شود هیپوکلریت تجزیه میگردد.



(۲) $2ClOK \rightarrow 2ClK + O_2$

و بنابراین نمکی که در ته ظرف باقی میماند فقط ClK است.

محاسبه حجم گاز کلر در شرایط معولی.

مطابق فرمول (۱) معلوم میشود که ۲۲٫۴ لیتر گاز کلر یك ذره ClK و یك ذره ClOK میدهد ولی در فرمول (۲) می بینیم که یك ذره ClOK یك ذره ClK میدهد نتیجه میگیریم که ۲۲٫۴ لیتر گاز کلر دو ذره KCl میدهد. حال تناسب زیر را می بندیم:

۲ × ۷۴٫۵ گرم ClK از ۲۲٫۴ لیتر گاز حاصل میشود.

۱۰ » » X » » » »

$$X = \frac{۲۲٫۴ \times ۱۰}{۲ \times ۷۴٫۵} = ۱٫۵۰۳ \text{ لیتر}$$

بخش هفتم

توده ویژه و چکالی گازها

۴۴ — میدانیم تودهٔ ویژه یك جسم تودهٔ یکه گنج آن است معمولا یکه سنگینی را گرم و یکه گنج را سانتیمتر مکعب میگیرند.

$$\frac{\text{توده (بگرم)}}{\text{گنج (بسانتیمتر مکعب)}} = \text{توده ویژه بگرم درسانتیمتر مکعب}$$

ویا اگر M توده و V گنج و D توده ویژه فرض شود $D = \frac{M}{V}$

بیشتر برای گازها گنج را بحسب لیتر بیان میکنند تا توده ویژه بعدد های بسیار کوچك بیان نشود

$$\frac{\text{توده (بگرم)}}{\text{گنج (بسانتیمتر مکعب)}} = \text{توده ویژه بگرم در لیتر}$$

برای حساب کردن تودهٔ ویژه یك گاز ظرفی بگنج معین را اقبلا تهی کشیده و سپس از گاز مورد آزمایش پر میکنیم پس از کشیدن سنگینی گاز معلوم میشود و چون بر گنج ظرف تقسیم کنیم توده ویژه گاز بدست میآید.

مثال - ظرفی بگنجایش ٦ر٥ لیتر ۳۰۰ گرم سنگینی دارد و چون آنرا از گاز آمونیاك خالص پر کنیم سنگینی آن ٥ر۳۰٤ گرم میشود حساب کنید که توده ویژه گاز آمونیاك را.

مطابق فرمول چنین خواهیم داشت :

$$D = \frac{M}{V} = \frac{۱۰۴٫۵ - ۱۰۰}{۵٫۶} = \frac{۴٫۵}{۵٫۶}$$

۴۵-چگالی- چگالی یك جسم نسبت توده آن به توده همگنج جسم از آب چکیده است .

$$\text{چگالی دجها و آبگونه‌ها} = \frac{\text{توده جسم (بگرم)}}{\text{توده هم گنج (بگرم)}}$$

چگالی گازها نسبت بهوا سنجیده میشود یعنی چگالی یك گاز نسبت بهوا خارج قسمت توده آن بر توده هوای همگنج آن است .

$$d = \frac{m}{m'} \quad \text{چگالی گازها و یا} = \frac{\text{توده گاز به گرم}}{\text{توده هوای هم گنج به گرم}}$$

مثلاً چگالی هیدرژن نسبت بهوا از این رابطه حساب میشود .

$$d = \frac{۱}{۱۴} = \frac{۰٫۰۶۹}{۱٫۲۹۳} = \frac{\text{توده یك لیتر گاز}}{\text{توده یك لیتر هوا}}$$

معمولا برای تعیین چگالی گازها یعنی نسبت سنگینی آنها با توجه باینکه گنج مولکول گرم تمام گازها در شرایط متعارفی ۲۲٫۴ لیتر است ما توده مولکول گرم گاز را از روی فرمول شیمیائی آنها حساب کرده بر توده ۲۲٫۴ لیتر هوا یعنی ۲۹ = ۱٫۲۹۳ × ۲۲٫۴ بخش می کنیم .

مثال- برای تعیین چگالی گاز کلر چون مولکول این گاز دو اتمی

است وجرم اتمی آن ۵ر۳۵ است مطابق فرمول چنین خواهیم داشت .

$$d = \frac{M}{۲۲ر۴ \times ۱ر۲۹۳} = \frac{۷۱}{۲۹} \# ۲ر۴$$

همچنین چگالی گاز کلریدریك مطابق فرمول چنین میشود :

$$d = \frac{M}{۲۹} = \frac{۳۶ر۵}{۲۹} \# ۲ر۴۱$$

واز آن اکسیژن وهیدرژن سولفوره :

$$d = \frac{O_۲}{۲۹} = \frac{۳۲}{۲۹}$$

خواهد بود .

$$d = \frac{SH_۲}{۲۹} = \frac{۳۴}{۲۹}$$

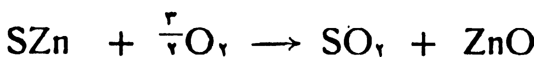
بخش هشتم

خانواده گوگرد واکسیژن

۴۶- مهمترین عناصر این خانواده اکسیژن و گوگرد است که شرح هردو آنهارا میدهیم .

گوگرد واکسیژن هردو غیرفلز ودوظرفیتی هستند وهردو با فلزها ترکیب میشوند . یعنی اولی سولفور ودومی اکسید میدهد .

اکسیژن غیرفلزی‌تر از گوگرد است ازاینجهت میل ترکیبش برای فلزها بیشتر است واگر فلزی باگوگرد ترکیب شده باشد اکسیژن میتواند جای گوگرد را گرفته وبا فلز ترکیب گردد و چون با گوگرد هم میل ترکیب دارد ازاین جهت باهردو آنها ترکیب میشود مثلا اگرسولفورروی رادرهوابشدت گرما دهیم اکسیژن هوا گوگرد را سوزانده وبافلز آن ترکیب میگردد .



$$SZn + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow SO_2 + ZnO$$

اکسید ها وسولفورها تقریبا تمام نامحلول هستندبجزاکسید قلیائیها (سدیم وپتاسیم) که بخوبی درآب حل شده وئیدرات قلیائی تولید میکنند . اکسید کلسیم (آهك زنده) واکسید قلیائیهای خاکی (باریم و استرنسیم) کمتر در آب حل میشوند و سایر اکسید ها نامحلولند ولی سولفورها باستثنای سولفورهای قلیائی همه درآب نامحلولند .

اکسیدها باثبات تر از سولفورها هستندزیرا که اکسیژن غیر فلزی تر از گوگرد است ومیل ترکیبش برای فلزها بیشتر است .

اکسیژن $O = ۱۶$

اکسیژن درسال ۱۷۷٤ بتوسط **پریستلی** کشیش وپزشک انگلیسی کشف شد استاد نامبرده این گازرا ازحرارت دادن جیوه قرمز بدست آورد ودید که اجسام در آن خیلی بهتر ازهوا میسوزند ازاینرو آنرا هوای سوزاننده نامید . یکسال قبل ازاوشئل عالم سوئدی اکسیژن را ازحرارت دادن بی اکسید منگنز بدست آورد (۱) لاووازیه با آزمایش مشهورخود ثابت کرد که اکسیژن صلاحیت سوزانیدن وتنفس هوا را باعث شده وبه نسبت در آن وجود دارد ، لاووازیه این گاز را اکسیژن (اسیدزا) نامید زیرا گمان میکرد در تمام اسیدها وجوددارد .

درطبیعت اکسیژن بحالت ترکیب ومخلوط نصف مواد معلوم کره زمین وهوای دور آن را تشکیل میدهد و $\frac{۶۵}{۱۰۰}$ بدن انسان و $\frac{۸۴}{۱۰۰}$ آب است.

٤۷ – طرز بدست آوردن اکسیژن – بطور کلی باید اجسام اکسیژن دار بی‌ثبات را تجزیه نمود تا اکسیژن آنها آزاد شود در آزمایشگاه بدوطریق زیر اکسیژن تهیه میکنند .

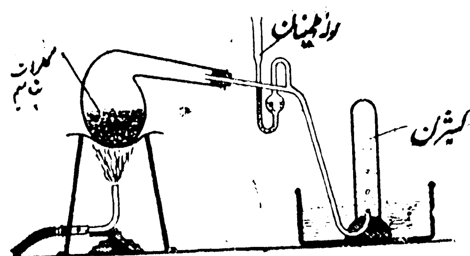
الف – تجزیه کلرات پتاسیم – اگر کلرات پتاسیم را مطابق شکل درقرع یابالن گرمادهیم تجزیه میشود و کلرورپتاسیم واکسیژن میدهد.



$$ClO_۳K \longrightarrow ClK + \frac{۳}{۲}O_۲$$

برای آنکه کلرات یکمرتبه تجزیه نشده وگاز زیاد قرع را نترکاند قدری خاك بی اکسید منگنز $MnO_۲$ بدان می افزایند تا

آزمایش بدون خطر انجام یابد و گاز اکسیژن را در لوله بخار گیری روی آب جمع میکنند و سپس خواص فیزیکی و شیمیائی آنرا آزمایش میکنند.



ش (١٦)

ب - تجزیه سنگ اکسیژن یا پراکسید سدیم Na_2O - سنگ اکسیژن را در شیشه‌ای دودهانه‌ای شبیه دستگاه هیدرژن گیری ریخته و بیاری قیفی بدان آب اضافه می کنیم تا مطابق فرمول تجزیه شده و اکسیژن بدهد که آنرا مثل پیش در لوله بخار گیری روی آب جمع میکنیم.

در پیشه و هنر اکسیژن را از اجسام اکسیژن‌دار ارزان و فراوان مثل آب و هوا بدست میآورند تجزیه آب بیاری جریان الکتریك انجام مییابد. اکسیژن هوا را هم باید بیاری فشار و سرمای زیاد آبگون نمود تا بتوان آنرا جدا کرد.

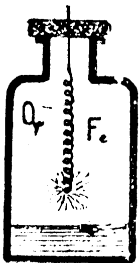
۴۸ - خواص فیزیکی - اکسیژن گاز یست بیرنگ بی بو و بیمزه کمی از هوا سنگینتر ($d = \frac{۳۲}{۲۹} > ۱$) در آب کم محلول یعنی هر لیتر آب در فشار معمولی میتواند ٤٥ (و ۲۵ سانتیمتر ازت) سانتیمتر از آن در خود حل کند چون زینه حرارت بحرانی آن ۸ر۱۱۸° - وفشار بحرانی آن ۵۰ جو است بسختی مایع میشود. اکسیژن آبگونه در °۱۸۲ - میجوشد. آهن ربا اکسیژن آبگونه را میر باید.

۴۹ — خواص شیمیائی. الف ترکیب بافلزها — اکسیژن بافلزها بآسانی ترکیب میشود و آنها را تبدیل باکسیدمینماید. تنهافلزهای قیمتی درمقابل اکسیژن مقاومت نموده وفاسد نمیشوند.



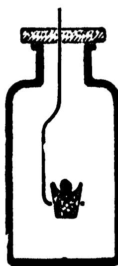
$$Zn + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow ZnO$$

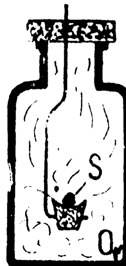
فلزهای قلیائی بحدی میل ترکیب بااکسیژن دارند که نمیتوان آنهارا درهوانگاهداری کرد وبتندی اکسید میگردند بیشتر فلزها مثل آهن ومس در هوای خشک سالم میمانند ولی هوای مرطوب و یا گرمای زیاد آنها را تبدیل باکسید میکنند اگر مفتولهای نازك فلزات را بمدد گرما قرمز کرده ودرشیشه اکسیژن فروبریم بشدت سوخته باطراف جرقه میپراند مطابق شکل (۱۷)

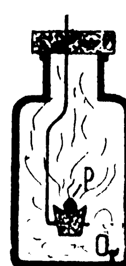


ش (۱۷)

زنگ فلزها عبارت ازاکسید وئیدرات آنها است که اکسیژن ورطوبت هوا تولید کرده است ممکن است انیدرید کربنیك هواهم در روی این اکسید وئیدراتها اثر کرده مقداری کربنات ایجـاد نماید بنابراین اگر بخواهیم زنگ فلزها را برداریم باید محلول اسیدهای رقیق را باپارچه روی آنها بمالیم تاپاك شود.







ش(۱۸)

ب — ترکیب باغیر فلزها — اکسیژن تقریبا با تمام غیر فلزها

ترکیب میشود ولی ترکیب آن با غیرفلز ها بآسانی ترکیب بافلزها نیست و چندان باثبات هم نخواهد بود مثلا بائیدرژن مطابق شکل(۱۸) بیاری جرقه الکتریك ترکیب شده وتولید آب میکند وبرای این ترکیب باید دو گنج ئیدرژن ویك گنج اکسیژن بکاربرد.



ش (۱۹)

اسباب آزمایش بنام آب سنج نامیده میشود.

هنگامیکه ئیدرژن را میسوزانیم با اکسیژن ترکیب شده و آب میدهد ترکیب اکسیژن با فسفر بآسانی انجام مییابد وفسفر خود بخود باا کسیژن ترکیب شده شعله ور میگردد وانیدرید فسفریك تولید میکند. امابا کلر وازت باشکال ترکیب میشود. زغال راهم چنانکه همه روزه میبینیم باید نخست آتش زده وقرمز کرد تااندك اندك بسوزد و باا کسیژن ترکیب گردد اکسیژن باگوگرد نیز بآسانی ترکیب میگردد وانیدریدسولفورو میدهد.



$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

اکسیژن خود سوزانیست ولی اجسام در آن میسوزند مثلا زغال در اکسیژن زودتر میسوزدو خاکستر میشودتا درهوا که اکسیژن کمتر دارد یك کبریت افروخته راکه خاموش کرده وبلا فاصله در اکسیژن فرو بریم نوك کبریت قرمز شده ومیسوزد واین آزمایش برای شناساندن اکسیژن ناب همیشه بکارمیرود.

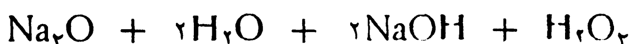
اکسیژن بااتمهای خودش هم ترکیب شده وتولیدازن O_3 میکند که

جسمی است بی‌ثبات و بآسانی تجزیه شده و اکسیژن میدهد از اینجهت گندزدا است و برای گندزدا کردن هوا و یا آبها بکار میرود .

ازن از اثر جرقه الکتریك درهوا و اکسیژن تولید میشود و به همین جهت است که درموقع رعد و برق مقداری درهوا ایجاد میگردد .

آب اکسیژنه H_2O_2

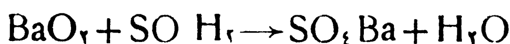
۵۰- طرز تهیه آب اکسیژنه ـ آب اکسیژنه را براه‌های مختلف بدست میآورند . در آزمایشگاه برای تهیه آب اکسیژنه اکسیلیت یاسنگ اکیسژن را کم کم در آب یخ میاندازند .



$$Na_2O + 2H_2O + 2NaOH + H_2O_2$$

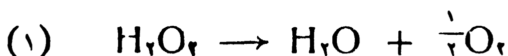
پر اکسید باریم

درصفت بی‌اکسید باریم را باجوهر گوگرد ترك میکنند .



$$BaO_2 + SO\ H_2 \rightarrow SO_4Ba + H_2O$$

۵۱ ـ آب اکسیژنه خالص آبگونه‌ای است شربتی شکل مانده فلزی بچگالی ۱٫۴۵ بهر است با آب مخلوط میشود . بسیار آب اکسیژنه بی ثابت است و بآسانی مطابق فرمول زیر تجزیه شده و اکسیژن میدهد .



$$(1) \quad H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

از اینجهت از اکسید کننده های قوی محسوب میشود و برای بیرنگ کردن و سفید کردن بکار میرود و چون گندزدا است در پزشکی‌هم برای شست وشوی زخمها و قرقره کردن زیاد استعمال میشود .

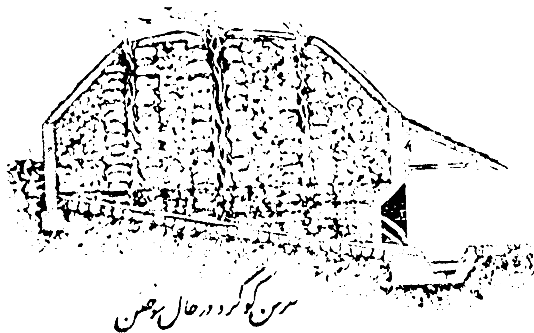
آب اکسیژنه اکسیژن بعضی اکسید کننده یامانند پرمنگنات وغیره راگرفته آنها را تجزیه میکند .
باید دانست که آب اکسیژنه بیشتر آمیخته با آب است وهر قدر کمتر آب داشته باشد بی ثبات تراست بنابر این وقتی میگوئیم آب اکسیژنه های معمولی دوازده و یابیست ویاچهل گنج است ، مقصود آنست که یك لیتر آن دوازده ویا بیست ویا چهل لیتر گاز اکسیژن میدهد وگرنه آب اکسیژنه را اگر بتوانند خالص تهیه کنند باید مطابق فرمول (۱) ۳٤ گرم آن ۲ر۱۱ لیتر گاز اکسیژن بدهد .
آب اکسیژنه را با آمونیاك آمیخته و برای بور کردن مو بکار میبرند .

بخش نهم

گوگرد S = ۳۲

۵۲ـ گوگرد عنصری است که در طبیعت هم بحالت آزاد وجود دارد وهم بحالت ترکیب بیشتر کانهای فلزات بحالت سولفور هستند گاهی هم بحالت سولفات مثل گچ دیده میشود. علاوه بر این گوگرد درپاره اجسام مثل پشم وناخن وغیره یافت میشود.

۵۳- طرز استخراج گوگرد ـ سنگهای گوگرددار را مطابق شکل خرمن نموده و روی آنرا کاه گل میکنند تا هوای زیاد بدان نرسد ودرچند نقطه دودکش میگذارند تا اندکی هوا برای سوختن مقداری گوگرد از آنجا داخل شود. آنوقت از درون دودکش‌ها گوگرد را آتش میزنند و همینقدر که اندکی سوخت دودکشها را



خرمن گوگرد در حال سوختن

ش(۲۰)

میبندند تا دیگر هوا بدان نرسد و بیشتر نسوزد. گرما گوگرد را

گداخته در جویهای باریك جاری میسازد و در تشتهای چوبی آنرا جمع میکنند. بدینطریق گوگرد ناب بدست نمیآید. واگر بخواهند گوگرد ناب و گل گوگرد بدست آورند باید این گوگرد را گرما داده وتبدیل بگاز کرده آنگاه گاز را دراطاقهای سرد وارد میکنند تا دلمه شود و گل گوگرد بدیوارهای سرد اطاق بنشیند.

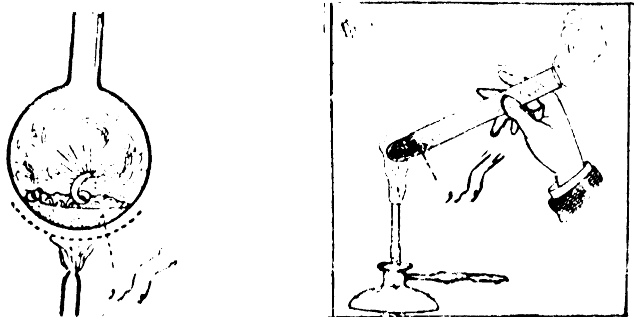
درجاهائی که سوخت ارزان و سنگ کان کم است آنرا از تقطیر سنگ کان درظرفهای سفالی بدست میآورند. کشور ما گوگرد فراوان دارد وبارفع نیازمندی‌های کشور میتوانیم مقدار زیاد بخارج بفرستیم.

۵۳- خواص فیزیکی - گوگرد جسمی است زرد رنگ نامحلول در آب ولی در بنزین و سولفور کربن. جسمی است عایق گرما و الکتریسته اگر گوگرد را گرما دهیم زود گداخته میشود ودر دماء ۱۵۰ گداخته میگردد. گوگرد جسمی است چند شکل وممکن است هم منشوری شکل وهم بشکل هشت رویه بلورین گردد.

گوگرد را اگر گداخته کرده ودر آب سرد بیاندازیم مثل موم سیاه میگردد ولی پس از اندك زمانی سخت شده وتبدیل بگوگرد ۸ رویه میشود گوگرد بیشکل هم وجود دارد ولی در A سولفور کربن حل نمیشود.

۵۴- خواص شیمیائی - بطور کلی گوگرد ترکیباتی شبیه باکسیژن میدهد ولی این ترکیبات بی‌ثبات‌تر از ترکیبات اکسیژن و بدان آسانی بدست نمیآیند. مثلا ترکیب گوگرد با فلز ها مثل اکسیژن بخودی خود انجام نمییابد وباید گوگرد وخاك فلزهارا باهم آمیخته وسوزاندتا سولفورهای فلزی بدست آیند (شکل ۲۱). وحال

آنکه فلزها بخودی خود زنگ میزنند و با اکسیژن ترکیب میگردند.



ش (۲۱)

همچنین است ترکیب با غیر فلزها. مثلا با ئیدرژن باشکال ترکیب میشود و ترکیبی میدهد که ئیدرژن سولفوره و یا اسید سولفیدریك نام دارد.



$$H_2 + S \rightarrow SH_2$$

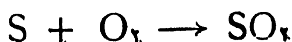
ئیدرژن سولفوره بمراتب از آب بی‌ثبات تراست اکسیژن با کربن بآسانی ترکیب میشود ولی با گوگرد باشکال ترکیب شده و تولید سولفور کربن CS_2 نظیر CO_2 مینماید. گوگرد بآسانی میسوزد و با اکسیژن هوا ترکیب شده انیدرید سولفورو SO_2 میدهد.



انیدرید سولفورو $SO_2 = ٦٤$

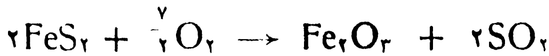
۵۵- این گاز بر پیشینیان معلوم بوده لاوُوزایه خواص آنرا تحقیق نموده و کیلوساك ترکیب آنرا معلوم کرد در طبیعت در گاز های آتش فشانی وجود دارد.

۵٦- **طرز تهیه انیدرید سولفورو** - میتوان انیدرید سولفورو را از سوزانیدن گوگرد بدست آورد.



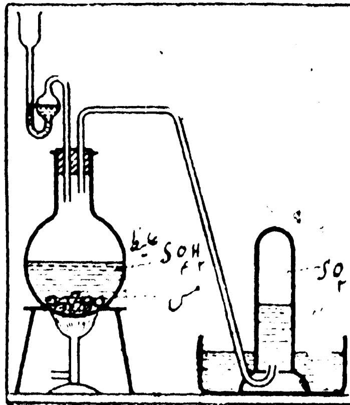
$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

در پیشه و هنر بیشتر این گاز را از کباب کردن سولفورهای طبیعی در برابر هوا بدست میآورند .



$$2FeS_2 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + 2SO_2$$

در آزمایشگاه مس را با جوهر گوگرد غلیظ مطابق شکل در بالنی ریخته و میجوشانند تا مطابق فرمول جوهر گوگرد تجزیه شده



ش (۲۲)

وانیدرید سولفورو بلند شود .



$$2SO_4H_2 + Cu \rightarrow SO_4Cu + SO_2 + 2H_2O$$

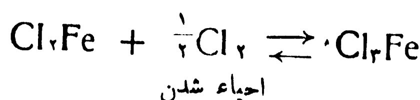
۵۷- خواص فیزیکی - گازی است بیرنگ با بوئی تند و زننده و سرفه آور خیلی زود بیاری فشار و سرما آبگون میگردد . در آب زیاد حل میشود و محلول انیدرید سولفورو میدهد که خاصیت اسیدی دارد . انیدرید سولفورو گندزدا و حشره ها را هم میکشد و مسموم کننده است .

۵۸ - خواص شیمیائی - الف - احیا کننده است - خاصیت مهم

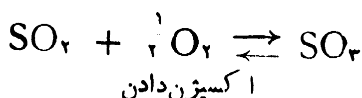
شیمیائی انیدرید سولفورواین است که ظرفیت آن کامل نشده است زیرامیدانیم گوگرد درترکیب بااکسیژن میتواند تاشش ظرفیت بگیرد بنابراین SO_2 که گوگرد در آن چهار ظرفیت دارد بآسانی تبدیل به SO_3 انیدریدسولفوریك واسیدسولفوریك میشود ازاین جهت هرگاه گازسولفورو دراثر اجسام اکسید کننده ویااجسامیکه اکسیژن زیاد داشته وبآسانی تجزیه میشوندقرار بگیرد یقیناًاکسیژن آنهارا گرفته و تبدیل به انیدریدسولفوریك میشود واگراین تبدیل درمحلول انجام یابد تولید اسیدسولفوریك میشود . بدین جهت میگویند SO_2 احیا کننده ایست قوی .

اینك خاصیت اکسید کردن واحیاء کردن را بطور کلی ومختصر بیان مینمائیم تا مقصود روشن شده وآنگاه با مثالهای مختلف که خواص احیاء کنندگی انیدرید سولفورو را هم نشان میدهد مطلب را بخوبی میفهمانیم .

۵۹-اکسید کردن واحیاء کردن - اکسید کردن بطور کلی یعنی بالابردن ظرفیت یك عنصر واحیاء کردن یعنی کم کردن ظرفیت آن . مثلاً اگر کلرورفرو Cl_2Fe را بوسیله کلر به Cl_3Fe کلرورفریك تبدیل بنمائیم میگوئیم آهن اکسید شده است وظرفیت آن ازدو بسه رسیده است واگر برعکس کلرور فریك را تبدیل بکلرور فرو کنیم میگوئیم آهن احیاء شده است وظرفیت آن ازسه بدو کم شده است بنابراین کیفیت اکسیده شدن واحیاء شدن را بطریق زیر ممکن است نمایش دهیم .

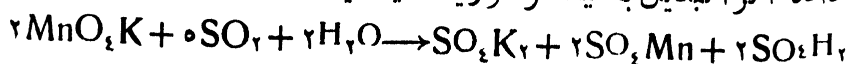


اینك اگر اکسیده شدن ویا احیاء شدن بوسیله گرفتن ویا از دست‌دادن اکسیژن باشدعمل‌را اکسیژنه‌شدن وعکس آنرا اکسیژن دادن‌هم‌مینامند. مثلا در ترکیب گاز روسولفورو باا کسیژن:



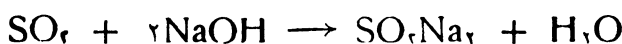
چنانکه میبینیم انیدرید سولفورو ظرفیتش زیاد شده وتبدیل بانیدریك سولفوریك میشود ومیگویند انیدرید سولفورو واکسیده ویا اکسیژنه شده است وبرعکس اگر انیدرید سولفوریك تبدیل به انیدرید سولفورو شود میگویند انیدرید سولفوریك احیاء شده ویا اکسیژن داده است.

اجسامی که‌ظرفیت‌اجسام‌دیگررامیتوانندبالاببرنداجسام‌اکسید کننده و اجسامی که ظرفیت اجسام دیگر را پائین میآورند اجسام احیاء‌کننده مینامند. مثلامیگویند انیدرید سولفورو احـیاء‌کننده است زیرا که‌تمام اجسام رنگی‌را که اکسیژن دارند اکسیژن‌آنهارا گرفته‌وبیرنگ‌مینمایدبطوریکه‌اگر در محلول‌انیدریدسولفوروقطره قطره‌محلول پرمنگنات پتاسیم که‌بنفش‌مایل‌به‌قرمز است بریزیم‌مشاهده میکنیم که پرمنگنات تا هنگامیکه‌در محلول انیدریدسولفوروجود دارد بیرنگ‌میشودیعنی‌پرمنگنات اکسیژن‌خودرابانیدریدسولفورو داده آنرا تبدیل باسیدسولفوریك مینماید.



مسائلی که در آخر این بخش داده شده است بخوبی کیفیت اکسیده شدن واحیاء شدن واجسام اکسید کننده واحیاء کننده های معروف را بما نشان میدهد.

ب - انیدرید سولفورو خاصیت اسیدی دارد و باباز ها نمکهائی بنام سولفیت ها میدهد مثلا سولفیت سدیم SO_3Na_2 که از ترکیب انیدرید سولفورو و بامحلول سود بدست می آید.



$$SO_2 + 2NaOH \longrightarrow SO_3Na_2 + H_2O$$

باید دانست که اسیدانیدرید سولفورو یعنی SO_3H_2 بی ثبات است وتا بحال نتوانسته اند آنرا تهیه کنند زیرا که زود تجزیه شده و تبدیل به انیدرید سولفورو و آب میشود.

اگر در محلول سولفیت ها گوگرد ریخته وبجوشانیم هیپو سولفیت بدست میآید.



$$SO_3Na_2 + S \longrightarrow S_2O_3Na_2$$

هیپوسولفیت که در عکاسی بکار میرود جسمی است بی ثبات واحیاء کننده وبآسانی اکسیژن گرفته وتبدیل بسولفات میشود.

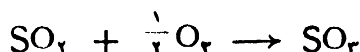
بخش دهم

اسیدسولفوریك $SO_4H_2 = ۹۸$

جوهر گوگرد مهمترین ترکیبهای شیمیائی است کاشف این اسید **محمدزکریای رازی** کیماگر و پزشك نامی ایران است و کیمیاگران این اسیدرا از تقطیر زاج سبز سولفات فرو که درطبیعت وجود دارد بدست میاوردند وازاین رو آنرازیت الزاج نام نهادند .

این اسید درطبیعت جز بمقدار کم در آبهای مجاور نواحی آتش فشان یافت نمیشود ولی سولفاتها که نمك این اسید هستند مخصوصاً سولفات کلسیم یعنی سنگ گچ بسیار فراوان است .

۶۰- طرز تهیه جوهر گوگرد - برای تهیه جوهر گوگرد ابتدا انیدرید سولفورو بدست آورده وسپس آنرا اکسیده میکنند .



$$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow SO_3$$

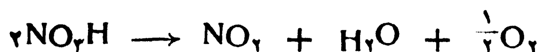
وانیدرید سولفوریك حاصل را در آب حل میکنند .



$$SO_3 + H_2O \longrightarrow SO_4H_2$$

اکسیده کردن انیدرید سولفورو بآسانی انجام نمیابد . و باید بیاری یکجسم اکسید کننده حاصل شود .

الف - اگر جسم اکسید کننده جوهر شوره غلیظ باشد بکیرند این اسید مطابق فرمول تجزیه شده و اکسیژن میدهد .



$$2NO_3H \longrightarrow NO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

و این اکسیژن انیدرید سولفورو را اکسید میکند . و چون عمل در اطاقهای سربی انجام میبابد آنرا طریقه اطاقهای سربی مینامند

و اثر انیدرید سولفورو بر جوهر شوره نیز بطریقی است که در اینجا ذکر آن لازم نیست. تنها باید بدانیم که انیدرید سولفورو احیاء کننده است و جوهر شوره اکسید کننده و در نتیجه انیدرید سولفورو بآسانی اکسیده میشود.

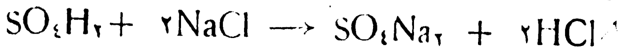
ب ـ انیدرید سولفورورا بوسیله اکسیژن هوا درمجاورت پاره ازاجسام اکسیده میکنند مثلا اسفنج طلای سفید که سنگ یا سوراخ های زیاد دارد و مجاورت اکسیژن و انیدرید سولفورورا بحدی زیاد کرده و ایندو گازرا بهم آمیخته میکنند که بآسانی با یکدیگر ترکیب شده و انیدرید سولفوریك میدهند.

۶۱- خواص فیزیکی - اسیدسولفوریك غلیظ آبگونه‌ای است روغنی شکل بسیار سنگین اگر خالص باشد بیرنگ چگالی اسید غلیظ ۸۴ر۱ در ۳۴۰ درجه بجوش میآید ولی اسید صنعتی سیاه رنگ است با آب بهر نسبتی بخواهیم آمیخته میشود ولی در هنگام آمیخته شدن باندازه‌ای گرما تولید میکنند که آب را جوش آورده و بسر و صورت میپراند از اینجهت برای رقیق کردن این اسید باید با دقت زیاد قطره قطره اسید را در آب ریخت و آبرا بهم زد تاخطر پیدا نشود.

جوهر گوگرد بمناسبت میل زیادیکه بجذب آب دارد برای خشک کردن هوا وجذب آب از اجسام شیمیائی بکارمیرود.

۶۲- خواص شیمیائی — الف — خاصیت ثبات ـ جوهر گوگرد ثابت ترین اسید هاست از اینجهت نمکهای اسیدهای دیگر راکه از آن بی‌ثبات ترند تجزیه مینماید. مثلا اگر جوهر گوگرد را بانمك

خوردنی بجوشانیم اسید نمك آزاد میشود واگر با شوره بجوشانیم اسید شوره آزاد میگردد.



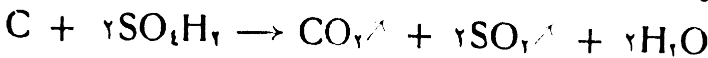
$$SO_4H_2 + 2NaCl \rightarrow SO_4Na_2 + 2HCl \nearrow$$



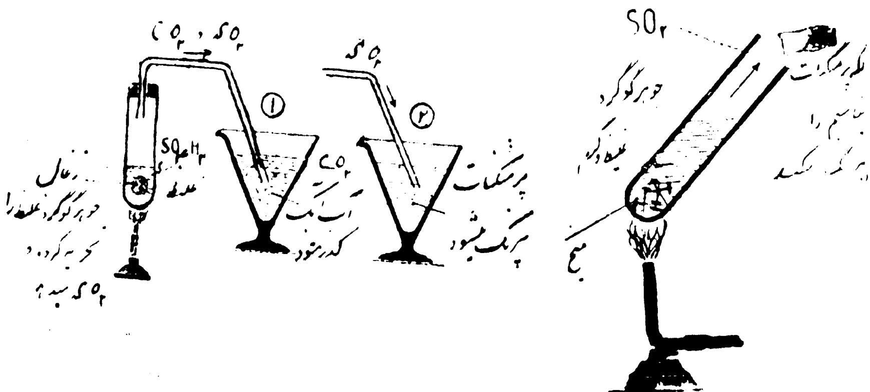
$$SO_4H_2 + NO_3K \rightarrow SO_4KH + NO_3H$$

بنابراین بطور کلی ممکن است اسیدهای دیگر را بدینطریق بدست آورد.

ب – خاصیت اکسید کنندگی – اجسام احیا کننده میتوانند جوهر گوگرد غلیظ را تجزیه نموده وتبدیل بانیدرید سولفورو نمایند از اینجهت میگویند جوهر گوگرد غلیظ و گرم اکسید کننده است. مثلا اگر زغال را باجوهر گوگرد غلیظ بجوشانیم آنرا تجزیه نموده و خود تبدیل بانیدرید کربنیك میشود.

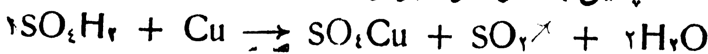


$$C + 2SO_4H_2 \rightarrow CO_2 \nearrow + 2SO_2 \nearrow + 2H_2O$$



ش (۲۳و۲۴)

همچنین بیشتر فلزها بویژه مس آنرا تجزیه مینماید.

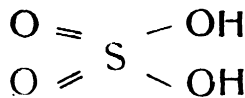


$$2SO_4H_2 + Cu \rightarrow SO_4Cu + SO_2 \nearrow + 2H_2O$$

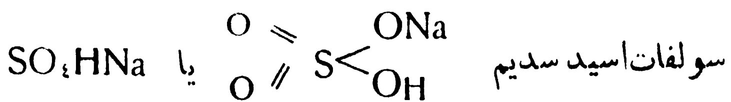
جوهر گوگرد مواد آلی را فاسد کرده و میسوزاند و تبدیل

بزغال میکنند بدین جهت است که اگر در شیشه جوهر گوگرد را با چوب پنبه به بندند چوب‌پنبه فاسد شده‌و اسیدرا سیاه رنگ میکند اگر اسید سیاه را بجوشانند ذغال آن تبدیل بانیدرید کربنیك شده و اسیدسفید میشود .

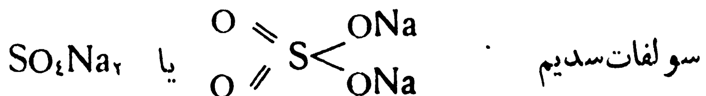
ج — **خاصیت اسیدی** — جوهر گوگرد دو عامل اسید دارد بنابراین فرمول گسترده آن چنین‌نوشته‌میشود ،



که‌در آن گوگرد شش‌ظرفیی‌است بنابراین‌دو قسم نمك‌میدهد نمك اسید و نمك خنثی .

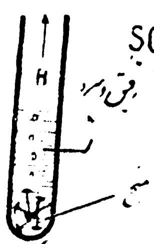


سولفات‌اسید سدیم ... یا SO_4HNa



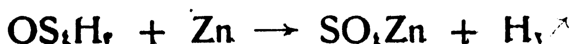
سولفات‌سدیم ... یا SO_4Na_2

اگر بخواهیم جوهر گوگرد را در روی سود و یاپتاس بریزیم باید بیشتر ازوقت ریختن‌این اسید در آب دقت کنیم زیرا که‌خطر آن بیشتر است .



یادآوری- جوهر گوگر درقیق‌و سرداکسید کننده نیست وتجزیه نمیشود بدین جهت است که ازاثر آن برروی‌آهن های دیگر ئیدرژن بدست میآورند .

ش (۲۵)



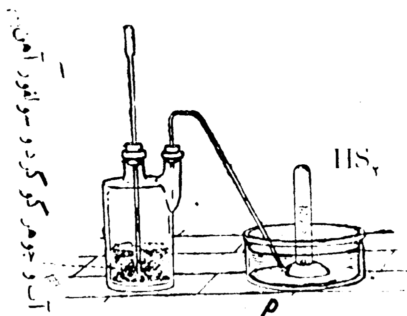
$$SO_4H_2 + Zn \rightarrow SO_4Zn + H_2 \nearrow$$

بخش یازدهم

گاز یااسید سولفیدریك SH_2 یاهیدرژن سولفوره

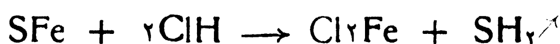
اسید سولفیدریك در ۱۷۷۳ بتوسط روئل (۱) کشف شد و بعدها شئل شیمی دان سوئدی آنرا هیدرژن سولفوره نامید ومعلوم کرد که برخلاف فرض **لاووازیه** اسید بی‌اکسیژن هم وجود دارد .

۶۳ - حالت‌طبیعی هیدرژن سولفوره-در گازهای آتش‌نشانی وآبهای گرم گوگردی یافت میشود واز گندیدن آلبومین ومواد آلی گوگرددار دیگر نیز نتیجه میشود. سولفورهای فلزی نمکهای این اسید وبسیارفراوان هستند .



ش(۲۶)

۶۴-طرز تهیه-برای تهیه هیدرژن سولفوره یك سولفورفلزی مثلا سولفور آهن مصنوعی SFe را بااسید کلریدریك یااسیدسولفوریك ترکیب میکنیم اسباب عمل شبیه باسباب هیدرژن گیری است(شکل۲۶) وگازرادرلوله بخارگیری روی طشتك آب نمك یاروی جیوه میگیرند چون معمولا در آزمایشگاهها محلول آن لازم است آنرا درشیشه که تا نیمه آب دارند وارد کرده درآب حل میکنند و در آخر عمل گاز سولفیدریك زیادی را دراثر محلول سودخنثی میشود .



$$SFe + 2ClH \longrightarrow Cl_2Fe + SH_2 \nearrow$$

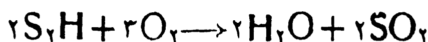
۶۵ - خواص فیزیکی - هیدرژن سولفوره گازیست بیرنگ

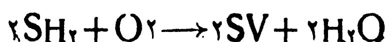
بابوی بدتخم مرغ گندیده ومزه اندکی شیرین کمی ازهوا سنگینتر ($d=\frac{34}{29}$) یك لیتر آب تقریبا ۲ لیتر و یك لیتر الکل ٦ تا ۹ لیتر آنرا در خود حل میکند در °٦٠ - آبگونه ودر °۸۳− دج میشود سمی است خطرناك که باعث هلاك شدن مقنی‌ها میشود .

٦٦ - **خواص شیمیائی** - هیدرژن سولفوره جسمی است بی ثبات یعنی بآسانی تجزیه میشود ازاینرو خاصیت ثبات اجزاء مرکب کننده خودرا دارد یعنی احیاکننده وسولفورکننده وبالاخره اسیدی است ضعیف .

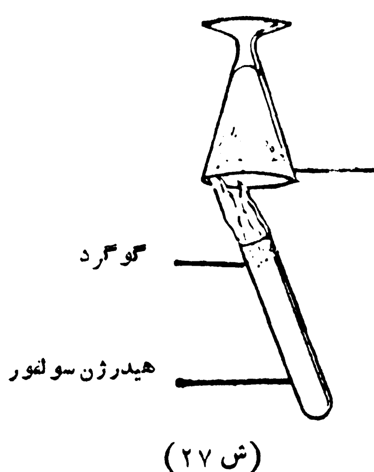
۱ - **اثراکسیژن - خاصیت احیاکننده** - محلول هیدرژن سولفوره پس ازچند روز با اکسیژن هوا ترکیب شده روی آن ورقه نازکی ازگوگرد جمع میشود. بنابراین درآزمایشگاه همیشه باید محلول تازه آنرا بکاربرد .

سوختن درمجاورت شعله - اگراکسیژن خالص یاهوابانداره کفایت باشد باشعله آبی رنگی میسوزد وآب وانیدرید سولفورومی دهد مخلوط دوگنج گاز سولفیدریك وسه گنج اکسیژن (یاپانزده گنج هوا) بشدت منفجر میشود . بهمین طریق نزدیك کردن چراغ یاشعله دیگر گاهی باعث آتش گرفتن وخراب شدن مستراحهای کهنه که لوله هواکشی خوب ندارد میگردد با اکسیژن کم تنها هیدرژن آن سوخته گوگرد آزاد میشود .





اسید سولفوریك واسیدازتیك آن‌را تجزیه میکنند چنانکه اگر چند قطره اسیدازتیك در شیشه گاز سولفیدریك بریزیم آن را آتش میزند.



(ش ۲۷)

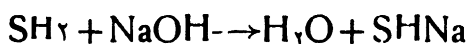
کلر بمناسبت میل ترکیبی با هیدرژن اسیدسولفیدریك‌را تجزیه کرده گوگرد را آزادمیکند.

$$SH_2 + Cl_2 \rightarrow 2ClH + S$$

وازاین‌جاعمل گندزدائی کلر معلوم‌میشوداستعمال کلر و دوشو برای رفع عفونت مستراحها و معالجهٔ مسموم‌شدگان‌ازاین گاز بهمین مناسبت است.

خاصیت اسیدی - اثر آن بر تورنسل و هدایت جزئی محلول آن برای روان برق نشان میدهد که اسیدسولفیدریك اسیدیست بسیار ضعیف.

باباز‌ها ترکیب شده‌سولفور اسید وسولفور خنثی‌می‌دهد.


$$SH_2 + NaOH \rightarrow H_2O + SHNa$$

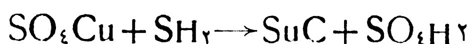

$$SHNa + NaOH \rightarrow H_2O + SNa_2$$

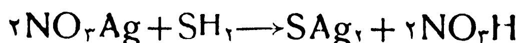
اثر فلزها - بکمك‌حرارت‌بابیشتر فلزهاترکیب شده‌هیدرژن را آزاد می‌گذارد ودر تجزیه شیمیائی اغلب املاح را تجزیه کرده سولفورشان را راسب می‌کند.


$$2Ag + SH_2 \rightarrow SAg_2 + H_2$$

ازاینرودرآزمایشگاه‌ها برای شناختن‌فلزنمکها اهمیت کامل

دارد مثلا از سولفات مس درسولفور مس وازنیترات‌سیم درسولفور سیم ته‌نشین میکنند :





سپس هریك از این سولفورها را برنگ و قابلیت انحلال در معرف‌های مخصوص می‌شناسند .

در آزمایشگـاهها برای تهیه اسید سولفیدریك را در اسباب مخصوصی موسوم به‌دستگاه کیپ (۱) تهیه میکنند دراین اسباب تا هنگامیکه شیر آن بازنشود فشار گاز ازاثر اسیدسولفورجلو گیری میکند .

۶۷ - اثر بر بدن ــ تنفس هیدرژن سولفوره خطرناك واثر آن مخصوصاً بواسطه همراهی با آمونیاك در چاه مستراحها و گندابها باعث خفه شدن و یابیهوشی مقنی‌ها می‌شود وبرای رفع آن معمولا قدری سرکه روی کلروردوشوریخته جلو بینی بیمار نگاه‌می‌دارند .

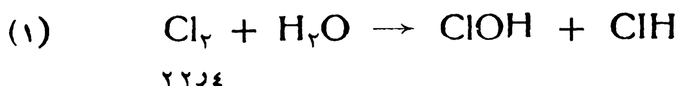
---

(۱) Kipp

مسائل حل شده

مسئله ۱ - معین کنید چند لیتر آب کلر یکه دریك لیتر ۵۰۰ سانتی متر مکعب کلر دارد لازم است تا یك لیتر محلول انیدریدسولفورو را که ۲۲٫۴ لیتر گاز SO_2 دارد بکلی اکسید نماید.

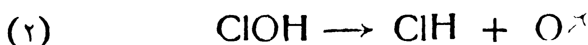
حل - آب کلر از اثر گاز کلر در روی آب بدست میآید. مطابق فرمول



$$Cl_2 + H_2O \rightarrow ClOH + ClH \qquad (۱)$$

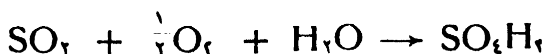
۲۲٫۴

$ClOH$ بی‌ثبات است و مطابق فرمول تجزیه شده و اکسیژن میدهد.



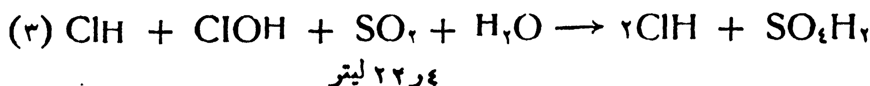
$$ClOH \longrightarrow ClH + O \qquad (۲)$$

بو یژه هنگامیکه در مجاورت محلول SO_2 که احیاء کننده است قرار بگیرد بلافاصله تجزیه میگردد محلول SO_2 در مجاورت اکسیژن $ClOH$ اکسید شده باشد و تبدیل باسید سولفوریك میگردد.



$$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow SO_4H_2$$

بنا بر این هنگامیکه آب کلر در روی محلول SO_2 بریزیم مطابق فرمول زیر باهم ترکیب میشوند.



$$(۳)\ ClH + ClOH + SO_2 + H_2O \longrightarrow 2ClH + SO_4H_2$$

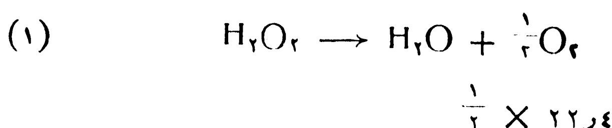
۲۲٫۴ لیتر

محاسبه - مطابق فرض مسئله محلول SO_2 مقدار ۲۲٫۴ لیتر

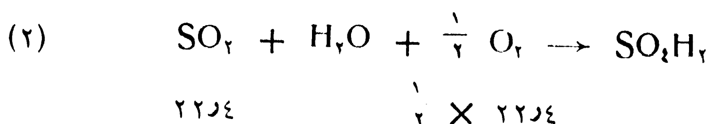
از این گاز دارد و مطابق فرمول (۳) مشاهده میکنیم که ٤ر۲۲ لیتر یك مجموعه $ClH + ClOH$ لازم دارد که همانطوریکه فرمول (۱) نشان میدهد از اثر ٤ر۲۲ لیتر گاز کلر حاصل میشود ولی آب کلر یکه داریم بیشتر از ۵۰۰ سانتیمتر مکعب یعنی ۵ر. لیتر در یك لیتر گاز کلر ندارد بنابراین نتیجه میگیریم که ۸ر٤٤ لیتر = ٤ر۲۲ × ۲ از محلول آب کلر لازم است تا تمام یك لیتر محلول SO_2 را که ٤ر۲۲ لیتر گاز SO_2 دارد اکسید کند.

مسئله ۲ - معین کنید چند لیتر آب اکسیژنه ۱۵ گنجی لازم است تا ۵۰۰ سانتیمتر مکعب محلول انیدرید سولفورو را که در یك لیتر محلول آن ۱۰ لیتر گاز سولفورو دارد کاملا اکسید کند.

حل - فرمول فعل وانفعالات را مینویسیم.



$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 \qquad (1)$$
$$\frac{1}{2} \times ٢٢/٤$$



$$SO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow SO_4H_2 \qquad (2)$$
$$٢٢/٤ \qquad\qquad \frac{1}{2} \times ٢٢/٤$$

محاسبه - ازفرمول(۲) تناسب زیر نتیجه میشود.

٤ر۲۲ لیتر گاز SO_2 ..... $\frac{1}{2} \times$ ٤ر۲۲ لیتر گاز اکسیژن لازم دارد.

۱۰ « « ..... X « « «

$$X = \frac{1 \times ٢٢/٤ \times 10}{2 \times ٢٢/٤} = ٥ \text{ لیتر}$$

حال میدانیم که آب اکیسژنه ۱۵ گنجی یعنی آب اکسیژنه که

یك لیتر گاز اکسیژن میدهد بنابراین تناسب زیر نتیجه میشود .

۱ لیتر آب اکسیژنه ۱۵ لیتر گاز اکسیژن میدهد .

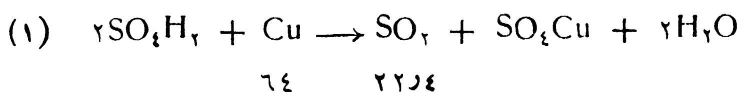
X ۵ « «

$$X = \frac{۱ \times ۵}{۱۵} = \frac{۱}{۳} \text{ لیتر}$$

مسئله ۳ - ۱۰ گرم مس خالص رابا اسید سولفوریك غلیظ در بالنی ریخته گرما میدهیم گازی از آن متصاعد میشود که آنرا وارد محلول یك درصد پرمنگنات پتاسیم میکنیم معین کنید چندلیتر محلول پرمنگنات را تجزیه و بیرنگ مینماید .

$Mn = ۵۵$ $K = ۳۹$ $Cu = ۶۴$

حل - فرمولهای واکنش شیمیائی عبارتند از :

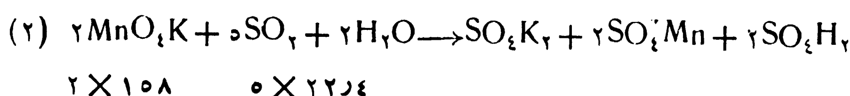


$$(۱) \quad ۲SO_۴H_۲ + Cu \longrightarrow SO_۲ + SO_۴Cu + ۲H_۲O$$

۶۴ ۲۲٫۴

سپس $SO_۲$ پرمنگنات‌را تجزیه واحیاء مینماید وخود تبدیل به $SO_۴K_۲$ و $SO_۴Mn$ میگردد واضح است برای آنکه هر $SO_۲$ تبدیل بسولفات شود دو اکسیژن لازم دارد که ازتجزیه پرمنگنات میگیرد . ولی پرمنگنات $MnO_۴K$ که تجزیه می‌شود برای آنکه $SO_۴K_۲$ بدهد باید دوذره آن تجزیه شود وچنانچه میبینیم دو ذره پرمنگنات که تجزیه گرددهشت اکسیژن میدهد وچون‌مطابق‌فرمول یك ذره $SO_۴K_۲$ ودوذره $SO_۴Mn$ تشکیل می‌شود بنا براین دو اکسیژن برای تبدیل $SO_۲$ و چهار اکسیژن برای تبدیل $۲SO_۲$ به $۲SO_۴Mn$ مصرف میشود یعنی شش اکسیژن دو ذره پرمنگنات در

هنگام تجزیه آن برای تشکیل سولفاتها مصرف میگردد ودو اکسیژن دیگر که باقی میماند ودر مجاورت آب تبدیل به $2SO_4H_2$ مینماید مطابق فرمول زیر .



$$(2)\quad 2MnO_4K + 5SO_2 + 2H_2O \longrightarrow SO_4K_2 + 2SO_4Mn + 2SO_4H_2$$

$$2 \times 158 \qquad 5 \times 22{,}4$$

محاسبه - ۱ - مقدار گاز SO_2 راکه ازاثر ۱۰ گرم مس درروی اسید سولفوریك حاصل میشود حساب میکنیم مطابق فرمول (۱)

۶٤ گرم مس ۲۲٫٤ لیتر SO_2 میدهد

۱۰ « X

$$X = \frac{22{,}4 \times 10}{64} = \text{۳٫۵ لیتر}$$

۲ - ازروی برابر (۲) تناسب زیر نتیجه میشود .

۱۵۸ × ۲ گرم برمنگنات ۲۲٫٤ × ۵ لیتر SO_2 راا کسید میکند

X ۳٫۵ « «

$$X = \frac{2 \times 158 \times 3{,}5}{5 \times 22{,}4} = \text{۱۶٫٤۵ گرم (مقدار برمنگنات لازم)}$$

وچون محلول پرمنگنات یك درصد است بنابراین نتیجه میشود

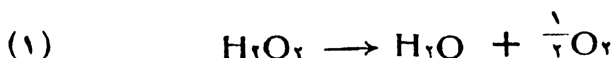
درصد سانتیمتر مکعب محلول برمنگنات ۱ گرم برمنگنات وجود دارد .

X « ۱۶٫٤۵ « «

$X =$ ۱۶٤۵ سانتیمتر مکعب = ۱٫۶٤۵ لیتر

مسئله ٤ - معین کنید چند گرم کلرورفرو لازم است تا ۵۰ سانتی متر مکعب آب اکسیژنه ۱۲ گنجی راکاملا تجزیه نماید .

حل - فرمول واکنشهای شیمیائی را مینویسیم .
هر ذره آب اکسیژنه که تجزیه میشود مطابق فرمول زیر نصف
سیژن میدهد .



$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 \quad (1)$$

واین اکسیژن کلرورفرورا تبدیل بکلرورفریك مینماید مطابق
زیر $FeCl_2$ باید تبدیل به $FeCl_3$ گردد :

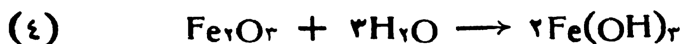


$$3Cl_2Fe \longrightarrow 2_3ClFe + Fe \quad (2)$$

چنانچه در فرمول (۲) میبینیم برای آنکه Cl_2Fe تبدیل به
گردد مجبور است که سه ذره $FeCl_2$ وارد واکنش شیمیائی
وذره $FeCl_3$ تشکیل گردد بنابراین یك اتم آهن $FeCl_2$ مجبور
مجاورت اکسیژن و آب اکسیده شده تبدیل باکسید فریك
فریك گردد مطابق فرمول زیر (تبدیل باکسید فریك میگردد
سیژن زیاد درمجاورت خود دارد و بنابراین تبدیل باکسید
شود)



$$2Fe + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow F_2O_3 \quad (3)$$



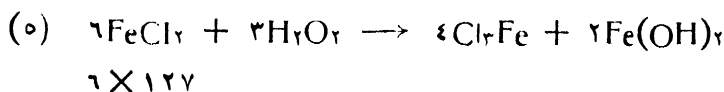
$$Fe_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3 \quad (4)$$

طابق فرمول (٤) مشاهده میکنیم که در حین اکسیده شدن
هن تبدیل به ئیدرات فریك میگردد بنابراین در برابر (۲)
ضرائب را در ۳ ضرب نمائیم .



$$6Cl_2Fe \longrightarrow 4Cl_3Fe + Fe$$

حال ممکن است فرمول کلی را که از اثر آب اکسیژنه در روی کلرورفرو حاصل میشود باضرائب بنویسیم .



$$(5) \quad 6FeCl_2 + 3H_2O_2 \longrightarrow 4Cl_3Fe + 2Fe(OH)_3$$
$$6 \times 127$$

محاسبه - مطابق فرمول (۵) سه ذره آب اکسیژنه تجزیه می گردد واین سه ذره هنگامیکه تجزیه میگردد سه اتم اکسیژن یعنی ۲ر۱۱×۳ لیتر اکسیژن میدهد .

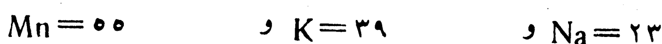
ازطرف دیگر مطابق فرض مسئله ۵۰ سانتیمتر مکعب آب اکسیژنه ۱۲ گنجی مصرف شده است وچون آب اکسیژنه یك لیتر آن ۱۲ لیتر اکسیژن گاز میدهد بنابراین ۵۰ سانتیمتر مکعب بمقدار ۶ر۰ لیتر $= \frac{50 \times 12}{1000}$ اکسیژن میدهد . حال با یك تناسب ممکن است مقدار کلرورفرورا ازروی برابر (۵) بدست آورد .

$FeCl_2$ گرم ۶×۱۲۷   ۲ر۱۱×۳ لیترا کسیژن لازم دارد .

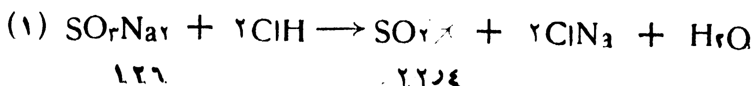
X » »   ۶ر۰ » »

$$X = \frac{6 \times 127 \times 0.6}{3 \times 11.2} = 13.607 \text{ گرم}$$

مسئله ۵ - درروی مقداری سولفیت سدیم قدری اسید کلریدریك میریزیم گازی متصاعد میشود که ۵۰ سانتیمتر مکعب محلول پرمنگنات پتاسیم را که ۵۸ر۱ گرم در صد پرمنگنات دارد بیرنگ مینماید معین کنید وزن سولفیت سدیم را .

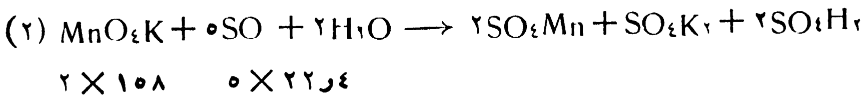


$$Na = 23 \text{ و } K = 39 \text{ و } Mn = 55$$



$$(1) \quad SO_3Na_2 + 2ClH \longrightarrow SO_2 \nearrow + 2ClNa + H_2O$$
$$126 \qquad\qquad 22.4$$

حل ـ فرمول واکنشهای شیمیائی را مینویسیم .



$$(۲)\ MnO_4K + ۵SO + ۲H_2O \longrightarrow ۲SO_4Mn + SO_4K_2 + ۲SO_4H_2$$

$$۲ \times ۱۵۸ \qquad ۵ \times ۲۲ر٤$$

محاسبه ـ چون در ۱۰۰ سانتیمتر مکعب پرمنگنات ۱ر۵۸ گرم پرمنگنات است بنابراین در ۵۰ سانتیمتر مکعب بمقدار ۰ر۷۹ گرم $= \frac{۱ر۵۸}{۲۰}$ پرمنگنات است .

حال بایك تناسب از روی برابر (۲) گنج انیدرید سولفورو را که برای بیرنگ کردن این مقدار پرمنگنات مصرف شده‌است بدست می‌آوریم .

۱۵۸ × ۲ گرم پرمنگنات ۲۲ر٤ × ۵ لیتر گازسولفورورا اکسید میکند

۰ر۷۹ « X

$$X = \frac{۵ \times ۲۲ر٤ \times ۰ر۷۹}{۲ \times ۱۵۸} = ۰ر۲۸۰ \text{ لیتر}$$

حال برای پیدا کردن مقدار سولفیت سدیم از روی برابر (۱) تناسب زیر را مینویسیم .

۱۲٦ گرم سولفیت سدیم ۲۲ر٤ لیتر گازسولفورومیدهد

X ۰ر۲۸۰ « «

$$X = \frac{۱۲٦ \times ۰ر۲۸۰}{۲۲ر٤} = ۱ر۵۷۵ \text{ گرم}$$

بخش دوازدهم

خانواده‌ازت - کلیات

معروفترین عناصر این خانواده عبارتند از :

ازت N فسفر P آرسنیک As

۶۸ - این سه عنصر ترکیبهائی شبیه یکدیگر میدهند و خواص شیمیائی آنها بهم خیلی نزدیک است بویژه ازت و فسفر بایکدیگر شباهت بیشتری دارند .

خاصیت غیر فلزی از بالا بپائین کم میشود یعنی ازت غیر فلزی‌تر از فسفر وفسفر غیر فلزی‌تر از آرسنیك است وچون خاصیت غیر فلزی آنها بطور کلی کمتر از عناصر پیش است ازاین جهت ترکیب آنها با فلزات وئیدرژن بدان آسانی تولید نمیشود . مثلا ترکیب ازت و ئیدرژن بدون انرژی ویا جرقه الکتریك بدست نمیآید همچنین ترکیب فسفر و آرسنیك بائیدرژن بخودی خود حاصل نمیشود و بویژه بائیدرژن وفلزها ترکیبهای خیلی ثابتی مثل عناصر پیش نمیدهند .

عناصر این خانواده در ترکیب با ئیدرژن ظرفیت سه دارند و بنابراین ترکیب آنها بقرارزیر است .

نیترورئیدرژن یا امونیاك NH_3 گاز

فسفورئیدرژن یائیدرژن فسفره PH_3 گاز

ارسنیور ئیدرژن یائیدرژن ارسنیه AsH_3 گاز

ظرفیت این عناصر درمقابل اکسیژن ثابت نیست ومطابق قانون کلی تاپنج ظرفیت ممکن است دارا شوند در میان ترکیبات اکسیژن

دار آنها ترکیباتی که ظرفیت عنصر در آن بیشتر است ثابت‌تر از دیگران است . مثلاازت بااکسیژن ترکیبهای مختلفی میدهد که نام آنهارا ذکر کرده‌ایم وازاین ترکیبهای نمکهائی بوجودمیآیند که مهمتر از همه آنها ازتاتها وازتیتها هستند که اولی ازاسیدازتیک مشتق میشود ودومی ازاسید ازتو و چون ظرفیت ازت درازتاتها بیشتر ومساوی پنج است ازاینجهت ازتاتها باثبات‌ترین نمکهای ازت هستند. مثلاشوره که ازتات پتاسیم NO_3K میباشد از ازتیت پتاسیم NO_2K باثبات‌تر است .

بایددانستکه رویهمرفته ترکیبهای اکسیژن‌دار ازت مثل ترکیبهای اکسیژن‌دار دیگر غیرفلزها چندان باثبات نیستند زیرا که دوغیرفلز باهم میل ترکیبشان زیادنیست وترکیب ثابت نمیدهند ازاینجهت است که نمکهای اکسیژن دارازت مثل شوره بآسانی تجزیه شده و برای ساختن مواد منفجره وباروت بکار میروند .

فسفر که خاصیت غیرفلزی آن کمتر ازازت وخاصیت فلزی آن بیش ازاین عنصراست بااکسیژن ترکیبهای ثابت‌تری میدهد وفسفاتها بمراتب ثابت‌تر ازازتاتها هستند.

اسیدهای اکسیژن دارازت از انیدرید ازتو N_2O_3 وانیدرید ازتیک N_2O_5 مشتق میشوند که اولی رااسید ازتو یا اسیدنیترو ودومی رااسیدازتیک ویا اسید نیتریک مینامند .

اسید نیترو



$$N_2O_3 + H_2O \longrightarrow 2NO_2H$$

اسید نیتریک



$$N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2NO_3H$$

بخش سیزدهم

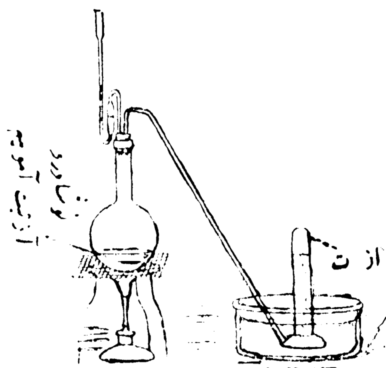
ازت یا نیتروژن $N = 14$

ازت یا نیتروژن در ۱۷۷۲ بتوسط **رودفرد** (۱) کشف شد ولاووازیه بسیط بودن آنرا معلوم داشت. نظر بخواصش آنرا بازت (یعنی بی‌زندگانی) موسوم ساخت ولی این اسم تنها در فرانسه معمولست وامروزه بیشتر این عنصر به نیتروژن معروف است.

۶۹- تقریباً چهار پنجم هوا ازت است. مواد ازت‌دار هم در طبیعت فراوان است. نان و گوشت و سفیده تخم مرغ تمام مواد ازت‌دار هستند.

۷۰- تهیه ازت - در پیشه و هنر ازت را از هوا میگیرند بدین ترتیب که هوا را در زیر فشار و سرمای زیاد میگذارند تا اکسیژن آن آبگون شده وازت گازی شکل باقی بماند.

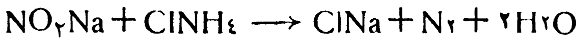
دستگاههای مکانیکی آن مفصل وامروزه کارخانهای مهمی برای این مقصود کار میکنند.



ش (۲۸)

در آزمایشگاه ازت را از تجزیه نیتریتها بدست میآورند. مثلاً مطابق شکل مقداری ازتیت آمونیم ویاسدیم را با نوشادر آمیخته و در قرعی میریزند و گرما میدهند تا تجزیه شود و گازازت را در زیر سرپوش جمع میکنند.

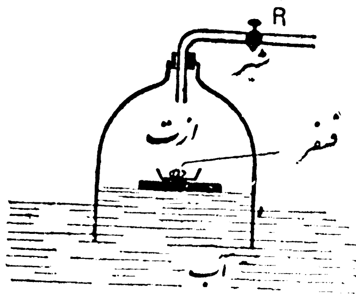
Rudthford — ۱



$$NO_2Na + ClNH_4 \longrightarrow ClNa + N_2 + 2H_2O$$

ازت در نمو گیاهان اهمیت بسیار دارد. نباتات بیاری ریشه خود اززمین ازت میگیرند ویا پاره از آنها بمدد برگهای خود ازهوا ازت جذب میکنند.

۷۱- خواص فیزیکی - ازت گازیست بیرنگ وبی بو وبهمین جهت وجود آن درهوا محسوس نیست وباید بیاری آزمایش های شیمیائی آنرا شناخت مثلا اگر بخواهیم وجود ازت را درهوا بشناسیم کافی است که مطابق شکل درزیر سرپوش شیرداری که درروی آب واژگون شده است اندکی فسفررا در ظرفی گذاشته و مدتی آنرا رها میکنیم. فسفر اندك اندك اکسیژن هوای زیر سرپوش را گرفته وبا آن ترکیب میشود و تولید انیدرید فسفر میکند که در آب حل میشود



ش ۲۹

وبنابراین درهوای زیر سرپوش تنها ازت میماند که خاصیت سوختن وسوزاندن اجسام را ندارد واگر شمع افروخته رادرزیرسرپوش فرو بریم خاموش میشود. هوائی که اکسیژن نداشته باشد اجسام در آن نمیسوزند وتنفس هم که یکنوع سوختن تدریجی مواد بدن است در آن نامقدوراست.

۷۲- خواص شیمیائی - میل ترکیب ازت سیار کم است بنابراین ترکیبهای آن بزیادی ترکیبهای سایر غیرفلزها نیست مثلا تنها باپاره از فلزات ترکیب شده و نیترور میدهد. این فلزها فلزاتی هستند که خاصیت

فلزی آنها خیلی زیاد و بیشتر قلیائیها هستند مثل سدیم و پتاسیم و کلسیم. ترکیب حاصل از ازت با این فلزها ثابت نیست و همینقدر که آب روی آنها بریزیم تجزیه میشوند ترکیب ازت را با غیر فلزها شرح داده‌ایم و مهمترین ترکیب آن با ئیدرژن است که آنرا آمونیاك مینامند. مهمترین ترکیبهای ازت با اکسیژن انیدرید و یا اسید نیتریك است که شرح آنرا خواهیم دید.



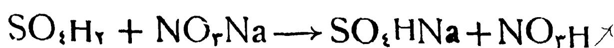
بخش چهاردهم

اسید ازتیک NO_3H

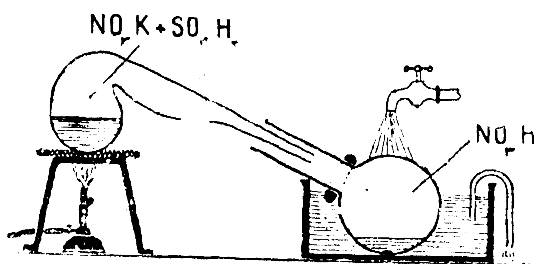
جوهر شوره در آغاز خلافت عباسیان بتوسط جابر بن حیان طرطوسی کشف شد. کیمیاگران آنرا از تقطیر مخلوط شوره و کات کبود وزاج بدست می آوردند کاواندیش و گیلوساك در ۱۷۸۵ فرمول و ترکیب آنرا تعیین کردند.

۷۳- اسید نیتریك در طبیعت بحالت آزاد کمیاب ولی نمکهای آن نیتریك پتاسیم یا شوره معمولی در سطح زمین کشورهای گرمسیر و نیترات کلسیم در اماکن مرطوب وازهمه مهمتر نیترات سدیم در شیلی وپرو بصورت کوه‌ها در کمال وفور وجود دارد.

۷۴ - طرز ساختن ۱ - در آزمایشگاهها برای تهیه اسید ازتیك ازتات پتاسیم‌را دراسبابی مطابق (شکل ۳۰) بااسید سولفوریك غلیظ ترکیب کرده بخارات حاصله را سرد میکنند.



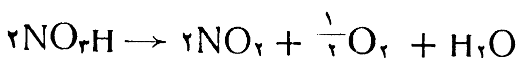
$$SO_4H_2 + NO_3Na \longrightarrow SO_4HNa + NO_3H \nearrow$$



ش (۳۰)

در صنعت نیترات سدیم شیلی را با اسید در دیگهای چدنی حرارت میدهند و بخارهای حاصل‌را در ظرفهای سفالی پر از آب وارد میکنند

وفرمول عمل همین است زیرا اگر بیشتر حرارت دهیم اسید ازتیك در ۱۵۰ زینه تجزیه میشود .



$$2NO_3H \rightarrow 2NO_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O$$

امروزه بیشتر جوهر شوره ازترکیب اکسیژن وازت هوا یا اکسید کردن آمونیاك تهیه میشود واین عمل از بخشهای مهم شیمی صنعتی است .

۷۵- خواص فیزیکی - اسید نیتریك خالص آبگونه‌ای است بیرنگ که در ۸۶ زینه بجوش میآید ولی اندك اندك تجزیه شده و گاز نارنجی رنگ از آن بلندمیشود که رنگ محلول آنراهم نارنجی می کند . (مطابق فرمول بالا)

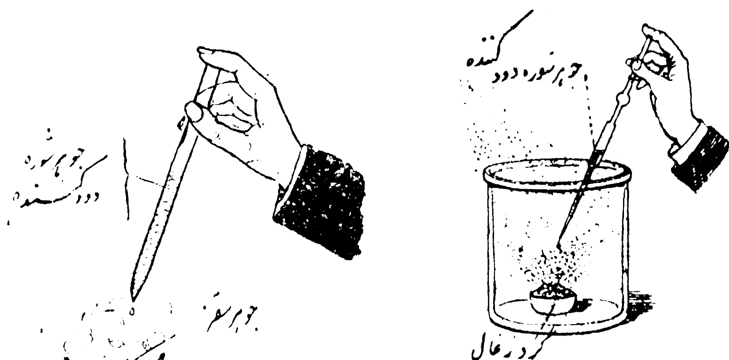
از اینجهت در بازار اسید نیتریك خالص یافت نمیشود بلکه محلول آن که معمولا ۶۳ تا ۵۳ درصد اسید ناب دار بفروش میرسد اسید نیتریك دود کننده که غلیظ تر ازسنیت بالا است خیلی گرانتر از اسید معمولی است .

نور سفید آفتاب اسیدنیتریك را تندتر تجزیه میکند ازاینجهت باید این اسید را درشیشه های رنگی نگاهداری کرد تانور سفید بدان نرسد .

۷۶-خواص شیمیائی - اسیدنیتریك بآسانی تجزیه می شود و چنانکه دیدیم اکسیژن میدهد . بنابراین اسید بویژه هنگامیکه غلیظ باشد اکسید کننده‌است قوی واجسامرا بآسانی اکسیده میکند مثلا اگرفسفررا دراسید نیتریك غلیظ ودود کننده بیندازیم میسوزد

وتبدیل باسید فسفریك میشود .

اسید نیتریك دود کننده جوهر سقز را که مادهٔ آلی است می سوزاند و اگر اسید نیتریك غلیظ را در روی گرد زغال ویا دوده

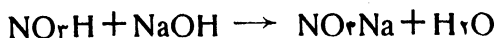


ش (۳۱)

بریزیم آتش میگیر دوزغال سوخته وتبدیل بانیدرید کربنیك میشود .

پوست دست ومواد آلی هم دراسیدنیتریك غلیظ ودود کننده زرد رنگ یعنی سوخته وفاسد میشود .

اسید نیتریك اسیدی است قوی . محلول هلیانتین و آفتاب گردان را قرمز میکند بائیدراتها ترکیب شده و نیترات میدهد و مقداری گرما تولید میکند .

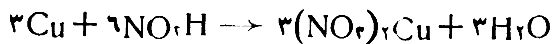


$$NO_3H + NaOH \rightarrow NO_3Na + H_2O$$

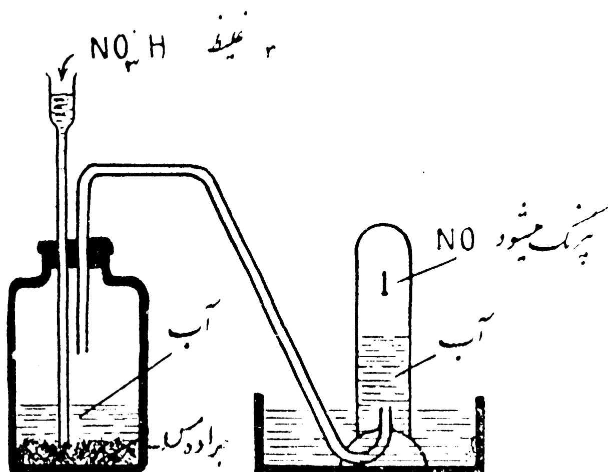
فلزها نیز دراسیدنیتریك غلیظ اکسیده شده وسپس اکسید آنها درمابقی اسید حل میشود . مثلا مس مطابق فرمول زیر بااین اسید ترکیب میشود .



$$2NO_3H + 3Cu \rightarrow 3CuO + H_2O + 2NO$$

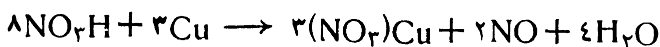


$$3Cu + 6NO_3H \rightarrow 3(NO_3)_2Cu + 3H_2O$$



ش (۳۲)

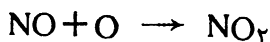
وچون این دوفرمول راجمع کنیم چنین خواهیم داشت .



$$8NO_3H + 3Cu \rightarrow 3(NO_3)Cu + 2NO + 4H_2O$$

ازاینجا نتیجه میگیریم که ازاثر اسیدنیتریك غلیظ برفلزات ئیدرژن بدست نمیآید .

گاز NO ناثابت است و بااکسیژن گرفته تبدیل به NO_2 که نارنجی رنگ است میشود .



$$NO + O \rightarrow NO_2$$



ش (۳۳)

همچنین نقره هم دراسید نیتریك حل شده وگازهای نارنجی ازآن بلند میشود .



$$4NO_3H + 3Ag \rightarrow 3NO_3Ag + NO + 2H_2O$$

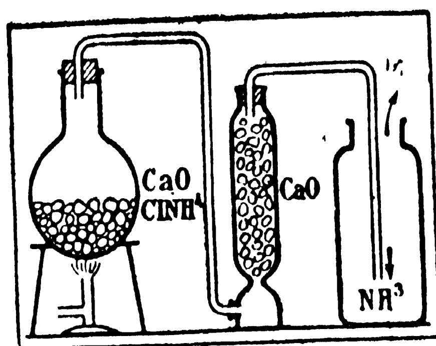
بخش پانزدهم

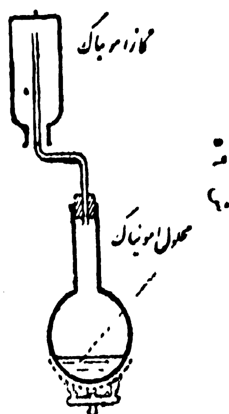
آمونیاک $HN_3 = ۱۷$

کیمیاگران بعضی از ترکیبهای آمونیاک بویژه نوشادر (کلرور آمونیم) را میشناختند. گاز آمونیاک نخستین بار درسال ۱۷۷٤ بتوسط پریستلی انگلیسی کاشف اکسیژن بدست آمد پیش ازاین تاریخ محلول آمونیاک شناخته شده بود، برتلو دانشمند فرانسوی در سال ۱۷۵۸ ترکیب گاز آمونیاک را معلوم کرد.

درطبیعت ـ در طبیعت گاز آمونیاک ازفساد مواد آلی ازت‌دار مانند اوره که درپیشاب موجود است نتیجه میشود. همچنین از تقطیر زغال‌سنگ در تهیه گاز چراغ مقداری گاز آمونیاک بدست میآید.

دستور تهیه ـ ۱ ـ در آزمایشگاه ـ الف ـ در آزمایشگاه برای تهیه گاز آمونیاک میتوان محلول تجارتی آنرا گرما داد. اسباب



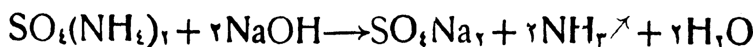


ش (۳۱ و ۳۲)

عمل مطابق شکل است. چون گاز آمونیاک از هوا سبکتر است هوا را خارج کرده جای آنرا میگیرد.

ب - یکی از نمکهای آمونیاك (سولفات یاکلرور) را با یك اکسید بازی یایك باز(سود یاآهك) گرما میدهند دستگاه عمل مطابق (شکل۳۲)است گاز آمونیاك را بوسیله عبور ازروی آهك خشك کرده ودرلوی بخار گیری روی تشتك جیوه جمع میکنند و یادریك شیشه دهان گشاد وارد میکنند تاهوارا خارج کرده جای آنرا بگیرد .





۲ - **تهیه صنعتی** - آبهای آمونیاکی پیشاب را دراثر مخمر ویژهٔ به بیکربنات آمونیم تبدیل کرده وبآن آب آهك افزوده و گرما میدهند و گازهای آمونیاکی را جدا میکنند .

ازهرمتر مکعب ادرارتقریبا ۳ کیلو گرم آمونیاك بدست میآید، همینطور از آبهای آمونیاکی پالشگاه گاز چراغ مقداری آمونیاك بدست میآید بطور کلی از هرتن زغال سنك تقریبا ۲ تا ۷ کیلو گرم آمونیاك بدست میآید .

طریقه ترکیب - گاز آمونیاك را ازترکیب ازت وهیدرژن نیز میتوان بدست آورد .

برای اینعمل هیدرژن را ازتجزیه الکتریکی آب ویااز اثر بخار آب بر زغال گداخته تهیه میکنند وازت را نیز ازتقطیر هوای مایع بدست میآورند .

درآلمان این عمل بدستور هبر(۱) اجرا میشود دراین طریقه

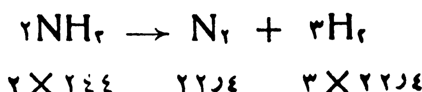
(۱) Hebers

ازت وهیدروژن را به‌نسبت لازم آمیخته ودرتحت‌فشار ۲۰۰ جو بکمك کاتالیزرهائی‌مثل آهن‌احیاشده‌وآلومین‌بسیارگرم‌باهم‌ترکیب‌میکنند مخلوطی از ازت وهیدروژن وآمونیاك بدست میآید که درآب حل کرده وگازهای ترکیب نشده را بدستگاه برمیگردانند.

خواص فیزیکی ـ آمونیاك گازی است بیرنك بامزه‌سوزان و بوی مخصوص که بوئیدن آن اشك‌میآورد. اگر ۰٫۵٪ هوا گاز آمونیاك باشد کاملا خطرناك خواهدبود. گاز آمونیاك از هوا سبکتر ($d=\frac{17}{29}$) و درآب بشدت محلول است چنانکه یك لیتر آب در زینه‌گرمای معمولی نزدیك ۷۰۰ لیتر گاز آمونیاك‌درخود حل میکند. گاز آمونیاك درزینه‌گرمای معمولی دراثر ۷ جوفشار ودرفشار معمولی در اثر ٤۲ زینه سرما آبگونه میشود و آمونیاك آبگونه در ۳۳ زینه بجوش میآید.

محلولهای معمولی آمونیاك بیرنك وسبك‌تر ازآب هستند. بدون گرما دادن بوی‌تند گاز آمونیاك میدهد محلول‌آمونیاك سوز آوراست یعنی پوست بدن را میسوزاند.

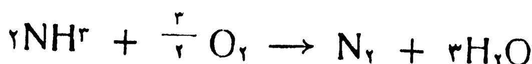
خواص شیمیائی - الف ـ گاز آمونیاك جسمی‌است بی‌ثبات ودر اثر ۷۰۰ زینه گرما ویادراثر جرقه الکتریك تجزیه میشود.



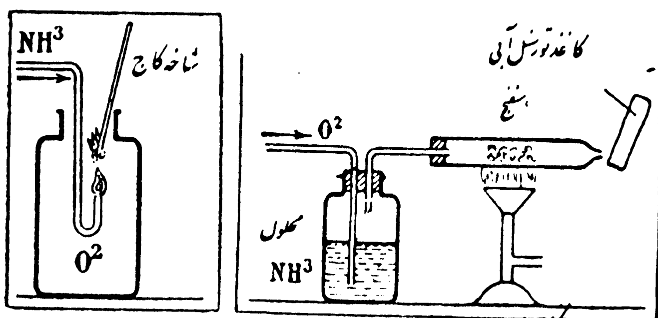
$$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$$

۲×۲۲٫٤ ۲۲٫٤ ۳×۲۲٫٤

ب ـ اکسیژن‌هوابرآبگونهٔ آمونیاك‌اثری‌ندارد ونیز درمجاورت شعله‌باعث سوختن آن نمیشود ولی گاز آمونیاك دراکسیژن خالص ودرمجاورت الو میسوزد وازت وآب میدهد. (ش۳۳)

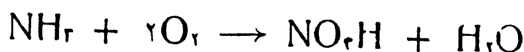


$$۲NH_۳ + \frac{۳}{۲} O_۲ \longrightarrow N_۲ + ۳H_۲O$$



ش (۳٤)　　　ش (۳۳)

اکسیژن در مجاورت اسفنج زرسفید بدون گرما با گاز آمونیاك ترکیب میشود واسیدازتیك میدهد . (ش ۳٤)



$$NH_۳ + ۲O_۲ \longrightarrow NO_۳H + H_۲O$$

این عمل در تهیه جوهر شوره بویژه در پیشه و هنر اهمیت زیاد دارد .

ج - **اثر کلر** - گاز آمونیاك در شیشه کلر خودبخود آتش میگیرد وازت واسید کلریدریك میدهد .



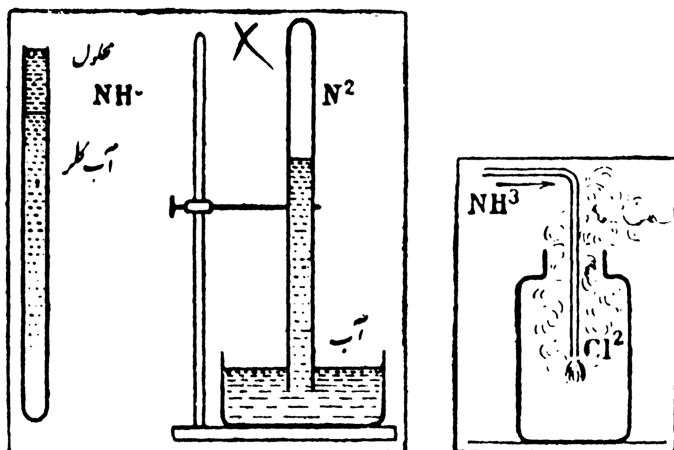
$$۲NH_۳ + ۳Cl_۲ \longrightarrow ٦ClH + H_۲$$

که با بقیه آمونیاك دود سفید نوشادر تولید میکنند .

اگر در یك لوله شیشه مطابق شکل که دارای آب کلر است آمونیاك بریزیم ولوله را برگردانیم گاز ازت در بالای لوله جمع میشود .

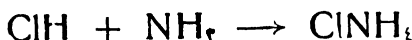
د - **خاصیت بازی** - مهمترین خواص آمونیاك خاصیت بازی

محلول آن است . این محلول رنگ محلول آفتاب گردان قرمز را آبی میکنند و اسیدها را خنثی مینماید مثلا اگر شیشه جوهر نمک را بشیشهٔ



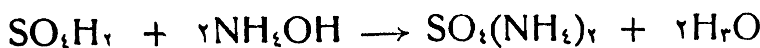
ش (۳٦) ش (۳۵)

آمونیاك نزدیك کنیم دود سفید نوشادر مثل دود سیگار بلند میشود .



$$ClH + NH_3 \longrightarrow ClNH_4$$

همینطور محلول رقیق آمونیاك با محلول رقیق جوهر گوگرد ترکیب میشود (با محلول غلیظ عمل خطرناك است)



$$SO_4H_2 + 2NH_4OH \longrightarrow SO_4(NH_4)_2 + 2H_2O$$

نمکهای آمونیاك — شباهت زیادی که نمك‌های آمونیاك با نمکهای قلیائی بویژه نمکهای پتاسیم دارد باعث شده است که بنیان NH_4 را مثل یك فلز یك ظرفیتی و قلیائی میدانند .

گرچه این فلز فرضی تابحال حتی در تجزیه الکتریکی کلرور آمونیم نیز بدست نیامده است ولی این فرض باید صحیح باشد .

کاربری آمونیاك - آمونیاك را بمقدار زیاد دریخ سازی و تهیه نمك قلیا بدستور سلوه بکار میبرند .

درپزشکی برای رفع مستی زیاد چندقطره محلول آنرا درآب ریخته ببیمار میخورانند و نیز برای رفع سم گزندگان بکار میرود و اسیدی را که از نیش حشره‌های نامبرده دربدن وارد شده‌است خنثی میکنند .

بخش شانزدهم

فسفر $P = 31$

فسفر جزو خانوادهٔ ازت است ولی خواص فیزیکی و شیمیائی آن مثل غیر فلزات خانواده های پیش شبیه بازت نیست . خاصیت های شیمیائی مشترك با ازت بسیار دارد که هم خانواده بودن آنهارا ثابت مینماید اما شباهت آن باازت مثل شباهت گوگرد و اکسیژن و یاهالوژنها با یکدیگر نیست . فسفر خاصیت غیر فلزی آن کمتر از ازت است و این کیفیت حتی در خاصیت فیزیکی آنها هم دیده میشود . فسفر جسمی است دجی شکل و حال آنکه ازت گازی شکل است چون فسفر غیر فلزی تر از ازت است ازاینجهت ترکیبات آن باغیر فلزات و با اکسیژن ثابت تر از ترکیبات ازت است . و بر عکس ترکیب ازت بائیدرژن ثابت تر است از ازترکیب فسفر بائیدرژن است زیرا که میدانیم ئیدرژن ازنظر شیمیائی جزو فلزات محسوب میشود بنابراین ازت که غیر فلزی تر از فسفر است بائیدرژن میل ترکیب بیشتر دارد و ترکیب ثابت تری میدهد.

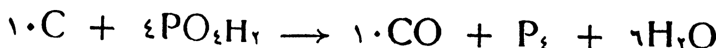
۱ــ طرز تهیه فسفر ـ استخوانها تقریباً تا ۴/۳ سنگینی خود فسفات کلسیم و کربنات کلسیم دارند و مابقی ترکیب استخوانها عبارت از چسبی است از مواد آلی بنام اسئین (یاچسب استخوان) که از آن سریشم وژلاتین تهیه مینمایند .

برای بدست آوردن فسفر ازاستخوان بایدنخست استخوانهارا خوب شسته وسپس بیاری جوهر گوگرد فسفات آنرا تجزیه نموده و تبدیل باسیدفسفریك نمایند .



$$3SO_4H_2 + (PO_4)_3Ca_2 \longrightarrow 3SO_4Ca + 2PO_4H_3$$

سپس اسید فسفریك را بیاری زغال احیاء مینمایند .

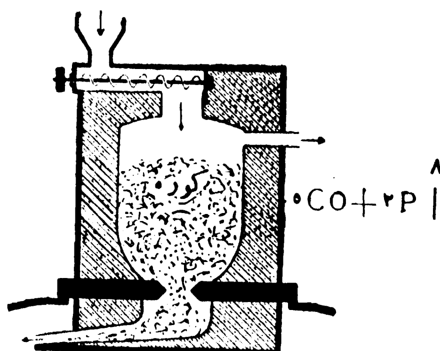


$$10C + 4PO_4H_2 \longrightarrow 10CO + P_4 + 6H_2O$$

چون ثابت شده است که فسفر بحالت گاز ذره اش بصورت P_4 است از اینجهت فرمول را طوری نوشتیم که یك ذره P_4 تشکیل شود گاز فسفر را که در اینعمل بلند میشود وارد اطاقهای سردی میکنند تا در آنجا سرد شده ودج گردد .

بدینطریق فسفر سفید بدست میآید که ممکن است آنرا بطریقی که ذکر کردیم تبدیل بفسفر قرمز کرد .





ش (۳۷)

۴ - **خاصیت های فیزیکی فسفر** - فسفر مثل گوگرد چند شکل است ودو شکل مهم آنرا باید نام برد یکی فسفر سفید و دیگری فسفر قرمز این دو نوع فسفر هر دو خاصیت های شیمیائی یکسان دارند ولی شکل فیزیکی و خاصیت های فیزیکی آنها کاملا مختلف است . جدول زیر اختلاف خاصیت های فیزیکی ایندو را بخوبی نشان میدهد .

فسفر قرمز

شکل ظاهری قرمز و اگر گرد باشد رنگ آن قرمز مایل به بنفش میشود

سنگینی ویژه یا چگالی فسفر سفید سبکتر ازفسفر قرمز است

زینه گرمای گداز فسفر سفید زودتر گداخته میشود و زینهٔ گداز آن مساوی ٤٤° است

انحلال فسفر قرمز نامحلول است

سمیت فسفر قرمز سمیت ندارد

فسفر سانی فسفر قرمز درتاریکی نمیدرخشد و خاصیت فسفر سانی ندارد

فسفر سفید

شکل ظاهری سفید و نیمه شفاف

انحلال فسفر سفید درآب نا محلول ولی در سولفور کربن حل میشود

سمیت فسفر سفید سمی است کشنده

فسفر سانی فسفر سفید درتاریکی میدرخشد وساعتهای شب نما که عقربه های آنهادرشب میدرخشدبواسطهٔ همین فسفر است هم چنین کرمهای شب تاب بدنشان فسفر دارد و درشب مثل آتش میدرخشد.

تبدیل فسفر سفید بهفسفر قرمز - چون فسفر سفید سمی است و کار کردن با آن کارگران را بتدریج مسموم مینماید از اینجهت در کارخانه هافسفر سفیدراتبدیل بفسفر قرمز نموده وبکار میبرند:فسفر

سفید بتدریج در مجاورت نور تبدیل بفسفر قرمز میشود ولی این تبدیل سطحی است و اگر بخواهند تمام فسفر سفید تبدیل بفسفر قرمز شود باید تا زینهٔ ۲۵۰ آنرا گرم نمایند. در اینصورت فسفر سفید گداخته شده و تبدیل بفسفر قرمز میشود واینعمل باید در مجاورت هوا نباشد والا اکسیژن هوا فسفر را سوزانده و تبدیل بانیدرید فسفر میکند.

۳ - خاصیت های شیمیائی فسفر - فسفر غیرفلزی است سه ظرفیتی و گاهی پنج ظرفیتی مثل ازت. منتهی خاصیت غیرفلزی آن کمتر از ازت است بطوریکه ترکیب آن بائیدرژن PH_3 بآسانی ترکیب ازت بائیدرژن بدست نمیآید و باندازهٔ آنهم ثابت نیست یعنی PH_3 (فسفورئیدرژن) از آمونیاك NH_3 یاازتورئیدرژن ناثابت تر است. گرمای ترکیب ایندوهم با ئیدرژن بیك اندازه نیست:


$$P + \frac{3}{2}H_2 \longrightarrow PH_3 + ٥ \text{ کالری}$$

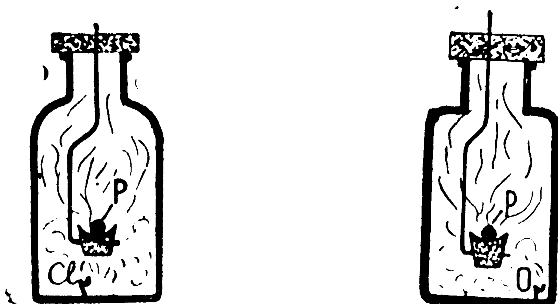

$$N + \frac{3}{2}H_2 \longrightarrow NH_3 + ١٢ \text{ کالری}$$

برعکس ترکیب فسفر بااکسیژن تندتر ازازت صورت گرفته و جسم ثابت تری تولید مینماید. فسفر دراکسیژن بآسانی میسوزد و تولید انیدریدفسفریك P_2O_5 مینماید که از آن اسید فسفریك مشتق میشود:


$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2PO_4H_3$$

و حال آنکه ازت بااکسیژن بیاری جرقه برق ترکیب میشود و اسیدنیتریك و یااسیدازتیك که از آن مشتق میگردد اسیدثابتی نیست و بآسانی تجزیه میشود بطوریکه این اسیدو نمکهای آنرا در ساختن مواد منفجره که زود تجزیه شده و گازهای بسیار میدهند بکار میبرند.

گاز کلر بافسفر بآسانی ترکیب شده و تری کلرور PCl_3 و یا پنتا کلرور PCl_5 میدهد .



ش (۳۸)

اگر مقدار فسفر زیاد و مقدار گاز کلر کم باشد بیشتر تولید تری کلرور میشود و بر عکس اگر مقدار گاز کلر نسبت بفسفر زیاد باشد پنتا کلرور فسفر بدست میآید .

فسفر مثل ازت بافلزات هم ترکیب شده و تولید فسفورهای فلزی مینماید که اجسام ناثابتی هستند .

خاصیت احیا کنندگی فسفر ـ فسفر بواسطه میل ترکیبی که برای اکسیژن دارد جزو احیاء کنندگان خیلی قوی است واجسام اکسیژن دار را که با آن گرما دهند تجزیه نموده و اکسیژن آنها را میگیرد . مثلا اگر یك قطعه فسفر را با جوهر شوره ویا جوهر گوگرد غلیظ بجوشانیم فسفر اکسیژن آنها را گرفته و مطابق فرمول زیر این دو اسید را تجزیه مینماید .



$$2P + 5SO_4H_2 \longrightarrow 2PO_4H_3 + 5SO_2 + 2H_2O$$

۴ ـ **موارد بکار بردن فسفر** ـ فسفر قرمز را بمقدار زیاد برای تهیه خمیر نوك کبریت بکار میبرند

در برخی از کبریتها نوك چوب کبریت فسفر دارد یعنی در حقیقت نوك آنهارا ازخمیری که مرکب ازسولفورفسفرو کلرات پتاسیم وخرده شیشه وچسب است میپوشانند .

خامیت هر کدام ازاین ترکیبات بقرار زیر است .

سولفور فسفر را برای الوگرفتن کبریت بکار میبرند .

کلرات پتاسیم برای اکسیژن دادن است زیرا که این جسم پس از تجزیه شدن اکسیژن زیادی میدهد .

خرده شیشه برای مالش وتولید گرمااست

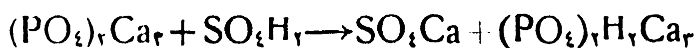
چسب برای چسباندن خمیر تهیه شده‌است

اسید فسفریك و فسفاتها PO_4H_3

اسید فسفریك در طبیعت بحالت ترکیب فراوان است.

استخوانها تمام نمکهای این اسید هستند واز فسفات کلسیم ساخته‌شده‌اند سختی استخوانها و نا محلولی آنها در آب سرد و گرم بواسطه آنستکه فسفات کلسیم کاملا نا محلول است . فسفات کلسیم مثل گچ بصورت سنگ کان هم وجود دارد .

فسفات کلسیم دراسیدها حل میشود وبهمین جهت است که اگر استخوانرا در اسیدی بیندازیم اندك اندك نرم میگردد و فقط چسب استخوان باقی میماند که ازان ژلاتین میگیرند فسفات کلسیم واستخوانها جزو کودهای مهم محسوب میشوند ولی چون در آب نامحلولند از این جهت همیشه نمیتوان آنها را مستقیماً بزمین داد و بصورت کود بکار برد و باید درروی گرد استخوان ویافسفات کلسیم قبلااندکی اسید ریخت تاتبدیل به‌فسفات محلول گردد و قابل جذب گیاه شود . درپیشه وهنر این فسفات محلول را زیاد تهیه میکنند و مطابق فرمول زیر بدست میآید .



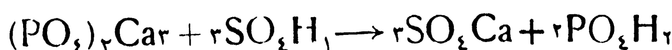
$$(PO_4)_2Ca_3 + SO_4H_2 \longrightarrow SO_4Ca + (PO_4)_2H_2Ca_2$$

فسفات نا محاول   فسفات محلول

آمیخته $SO_4Ca + (PO_4)_2H_2Ca_2$ را که یکی از کود های

مشهور است درپیشه وهنر سوپر فسفات مینامند .

تهیه اسید فسفریك ـ اسید فسفریك را از تجزیه کامل فسفات کلسیم بوسیله جوهر گوگرد بدست میآورند وقتیکه جوهر گوگرد درروی فسفات کلسیم زیاد بریزند اسیدفسفریك آزادمیشود .

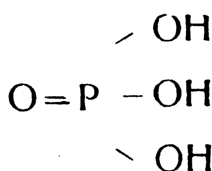


ممکن است استخوانها ویافسفات کلسیم راگرد کرده وباخاك زغال سخت گرما دهند تافسفات تجزیه شود واکسیژنهای خودرا به زغال بدهد وفسفر آن آزاد شود وسپس فسفر آنرا دراسید نیتریك رقیق بجوشانند تا اکسید شده وتبدیل باسید فسفریك شود .

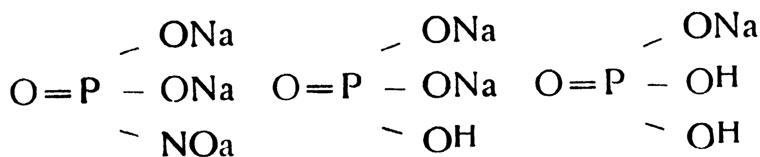
خواص اسید فسفریك ـ اسید فسفریك از انیدرید فسفریك مشتق میشود .



اسیدی است قوی که آفتاب گردان را بشدت قرمز میکندمزه آن ترش وسه عامل اسید دارد وفرمول بازآن چنین است .



بنابراین بائیدراتها ترکیب شده و سه نوع نمك میدهد مثلا با سود نمکهای زیررا میدهد .



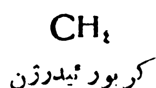
فسفات منوسدیك   فسفات بی بادی‌سدیك   فسفات تری سدیك

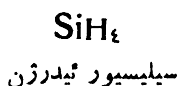
یادآوری- بچه‌ها درموقع‌نموخود باید مواد فسفردار را زیاد بخورند تا استخوان بندی آنها رشد کامل نموده و غضروفی شکل باقی نماند.

بخش هفدهم

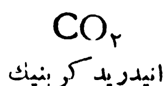
خانواده کربن

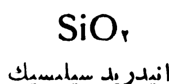
مهمترین غیرفلزات این خانواده عبارتند از کربن و سیلیسیم این دو عنصر بایك دیگر ترکیبات متشابه میدهند. مثلا با ئیدرژن هر دوبسختی ترکیب شده واجسامی بفرمول زیر میدهد.



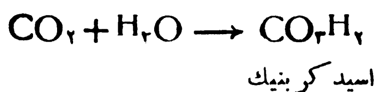


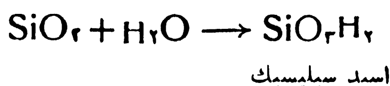
با اکسیژن هم ترکیب شده واجسام زیر را تولید میکنند.





ازاین دو انیدرید دو اسید شبیه یك دیگر مشتق میشود.





اسید کربنیك بی‌ثبات است وبفوریت تبدیل به CO_2 میشود. نمکهای این دو اسید در طبیعت بسیار فراوان است. مرمر و گل سفید وسنگ آهك عبارتند از کربنات کلسیم CO_3Ca و گل رس عبارت است ازسیلیکات فلزات. انیدریدسیلیسیك SiO_2 عبارت‌است از شن معمولی که‌وقتی خالص‌باشد آنرادر کوهی‌ویاکوارتز مینامند.

ظرفیت مثبت و منفی این دو عنصر یکسان است و در هر دو حالت مساوی چهار است .

کربن C = ۱۲

کربن در طبیعت بشکل‌های مختلف که کم و بیش خالص هستند دیده میشود مانند الماس و گرافیت و زغال سنگ و غیره

ساختمان بدن موجودات زنده و بویژه گیاه‌ها هم از کربن و ترکیبات آن تشکیل شده‌است. نفتهاوسوختها و بطور کلی اجسامی که میسوزند کربن دارند.

۱ ـ خواص فیزیکی ـ انواع مختلف کربن خواصشان متفاوت است هیچ کدام از آنها بغیر ازالماس کربن خالص نیستند و همهٔ آنها بیك‌درجه متراکم‌نیستند وذرات آنهابیك اندازه‌بهم فشرده نشده‌اند بنابراین سنگینی آنها یکسان‌نیست و خواص فیزیکی آنها هم مختلف است بطور کلی تمام اقسام‌آن گداخته نمیشود وغیر محلول درحلال ها هستند وتنها درفلزات گداخته مثل آهن گداخته اندکی حل شده وچدن تولید میکنند.

در میان اقسام کربن آنهائی که متراکم هستند و ذرات آنها نسبت‌بهم تقریباً بدون فاصله قرار گرفته اند هادی گرما والکتریسیته هستند مثلا میدانیم که گرافیت و مداد سنگی (انتراسیت) برای ساختن قطب مثبت پیل ها و کوره های الکتریکی بکار میرود. و حال آنکه زغال چوب کاملا عایق گرما و الکتریسیته است. زغالها هر قدرمتراکم‌تر وسنگین تر باشند دیرتر و سخت تر میسوزند ولی پس ازسوختن بیشتر گرما تولید میکننـد مثلا زغال چوب باسانی

میسوزد اما زغال سنگ در بخاری و یا در کوره آهنگری باید بسوزد و در هنگام سوختن باید جریان هوا بشدت بدان برسد تا اکسیژن کافی برای سوختن آن موجود باشد تا گرمای زیادی تولید نماید.

گرافیت و انتراسیت از زغال سنگ دیرتر و بدتر میسوزند ولی گرمای آنها بمراتب بیشتر است.

الماس از تمام اقسام کربن خالصتر و متراکم تر است و تنها در کوره الکتریکی ممکن است آنرا بسوزانند و گرمائیکه تولید می کند از تمام زغالها بیشتر است.

زغالها چون خالص نیستند پس از سوختن خاکستر تولید می کنند این خاکستر عبارت است از موادی که قابل سوختن نیستند یعنی نمکهای کانی مثل کربناتها و کلرورها و غیره میباشند زغال چوب خاکستر زیاد دارد و برحسب نوع چوب خاکستر آن تغییر مینماید. زغال سنگ خاکسترش کمتر از چوب است ومعمولا زغال سنگها از ۱۰ تا ۲۰ در صد خاکستر دارند و اگر مقدار خاکستر از این حد تجاوز کند دلیل بر بدی زغال سنگ وموجود بودن اجسام خارجی در آن است.

انواع زغالها

گرافیت ـ گرافیت از ۳ تا ۵ درصد خاکستر دارد . و زغالی است بلورین که در ساختن مداد و گرد آنرا در ساختن واکس برای روی فلزات بکار میبرند و قطب مثبت پیلها هم ازان ساخته شده است .

آنتراسیت ـ آنتراسیت زغالی است براق و سنگین که بزحمت میسوزد ولی گرمای آن خیلی زیاد است .

لینییت ـ لینییت قهوه‌رنگ است و در هنگام سوختن خیلی بد بو است .

تورب ـ تورب خیلی ناخالص و بدبو و گرما هم کم میدهد و از تجزیه و فاسد شدن گیاهها در کنار مردابها تولید میشود و زغال ویژه کشورهائی است که مرطوبی هستند و باتلاق و مرداب زیاد دارند.

زغال سنگ ـ زغال سنگ که در کشور ما هم کانهای آن فراوان است مهمترین انواع زغالها برای سوخت است . این زغال در نتیجه ماندن تنه درختها و جنگلهای قدیم در شکم خاك بوجود آمده است گرما و میکربها که چوب را میپوسانند اندك اندك مقداری از کربن این چوبها را بصورت انیدرید کربنیك و متان CH_4 ترکیب نموده و خارج کرده‌اند از آنجائیکه این عمل درزیر خاك بدون هوا انجام یافته است ازاین جهت اکسیژن وئیدرژن خود چوب بازغال ترکیب شده و گازی شکل شده‌اند وچون نسبت اکسیژن و ئیدرژنی که با کربن چوب ترکیب شده است در CO_2 دوبرابر و در CH_4 چهار

برابر کربن است از این جهت اندك اندك زغال سنگی که بمرور تشکیل میشود نسبت کربن آن زیادتر شده و خالص‌تر میشود از طرف دیگر فشار طبقات خاك هم آنرا متراکم کرده وسنگین‌تر مینماید. از این جهت است که زغال سنگها از تمام چوبها سنگین‌تر ومتراکم تر و خالص ترند وهرقدر زغال سنگی متراکم‌تر وسنگین تر وبراق تر باشد دلیل برخالصی وخوبی جنس آن است.

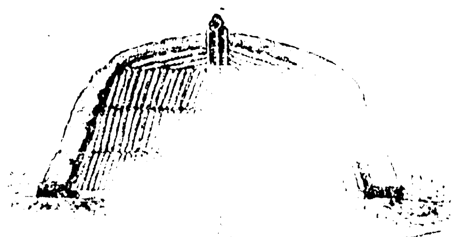
زغال قرع – زغال سنگ را بمقدار زیاد تقطیر میکنند تا گاز چراغ وقطران وقیر ازان بدست بیاورند. پس از تقطیر در ته دیگهای تقطیر یك نوع زغال براق وسختی می بندد که آنرا زغال قرع مینامند وبرای ساختن واکس وقطب مثبت وپیلها وتارهای نازك درون چراغهای برق بکار میرود.

زغال حیوانی – استخوان و پوست وخون حیوانات که بسوزد زغالی باقی میگذارد که آنرا زغال حیوانی نامند وگرد آن را برای سفید کردن شیره چغندر درقند سازی زیاد بکار میبرند.

دوده – دوده گرد سیاهی است که از سوختن ناقص مواد آلی مثل نفت وچربیها وچوب وغیره تولید میشود وبرای ساختن واکس ومرکب بمقدار زیاد مصرف میشود.

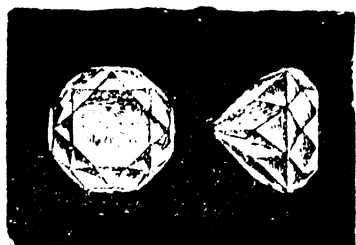
زغال چوب – زغال چوب را که همه میشناسیم از نیمسوز کردن وسوختن ناقص چوبها بدست میآورند. معمولا چوبهای ارزان قیمت را که بکار مبل سازی و نجاری نمیخورند مطابق شکل خرمن کرده وروی آنرا کاه گل میکنند تاهوا زیاد بدرون خرمن نرسدو درچندجای خرمن دودکش میگذارند تاهوای کافی برای نیمسوز

شدن چوبها بدان برسد . سپس درون این دودکش‌ها را الومیزنند تاچوب اندل‌اندك بسوزد و گرماتولید کند . همینقدر که گرمای کافی تولیدشددودکش‌ها را هم می‌بندند تاچوبها زیاد نسوختهوخاکستر نشوند . گرمای درون خرمن چوبها را بتدریج‌زغال کرده ونیمسوز میسازد . پس از مدت کافی خرمن را خراب کرده و زغال را خارج میکنند .

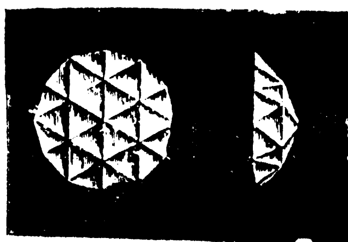


ش(۳۹)

الماس ـ خالص ترین انواع زغال است و نور را منکسر میکند درخشندگی ویژه‌دارد وسختی آن بحدی است که شیشه را میبرد وتراشیدن آن تنهـا باخاك خود مقدور است و دو قسم آنرا



تراش بریان



تراش گل سرخی

ش(۴۰)

میتراشند یکی گل سرخی ودیگری بریان .

۴ – خواص شیمیائی کربن – کربن بااکسیژن ترکیب شده و انیدرید کربنیک CO_2 تولید میکنند و اگر اکسیژن مقدارش کم و کربن زیادباشد سوختن کربن ناقص شده‌و بیشتر تولید اکسید کربن CO میشود این دو ترکیب هردو وبویژه دومی سمی بوده وتنفس آن ها خطرناك است .

کربن بمناسبت ترکیبی که بااکسیژن میدهدجزو احیاء کننده های بزرك است ودراستخراج فلزات برای احیاء کردن اکسید فلزات بمقدار خیلی زیاد آنرابکار میبرند . کربن بائیدرژن هم بیاری جرقه الکتریك در کوره الکتریك ترکیب شده‌واستیلن C_2H_2 تولیدمینماید که ازاین جسم امروز توانسته اند اجسام آلی مثل الکل و سرکه و کربورها وغیره را تهیه نمایند .

کربن باگوگرد ترکیب شده وسولفور کربن CS_2 که آبگون است بوجود میآید . برای این مقصود باید گاز گوگرد را از روی زغال سرخ شده عبور داد تاگاز CS_2 تولید شود که پس‌ازسرد کردن آبگون آن بدست میآید .

کربن باکلر هم ترکیب شده تولید تتراکلرور کربن CCl_4 مینماید .

انیدرید کربنیک واکسید کربن

چنانکه گفتیم‌ازترکیب کربن‌بااکسیژن دوجسم‌مختلف‌بدست میآید یکی انیدرید کربنیک ودیگری اکسید کربن . اگر درهنگام سوختن کربن اکسیژن زیاد بدان برسد تولیدانیدرید کربنیک

می‌شود و برعکس اگر مقدار اکسیژن در موقع سوختن زغال کم باشد تولید اکسید کربن میشود . و بهمین جهت است که هنگام آتش‌زدن زغال نخست بمناسبت زیادی‌زغال و کمی هوا بوی بد زغال‌بلندشده و مقدار زیادی‌اکسید کربن CO وانیدرید کربنیک CO_2 تولیدمیگردد ولی پس از آنکه زغال کاملا سرخ شد دیگر تولید اکسید کربن نمیشود وبوی بدزغال هم ازبین میرود . اگر زغال را در منقلی‌که معمولا برای خوراك پختن بشکل کوره کوچك میسازند ریخته و بسوزانیم بمناسبت آنکه هوااز سوراخ زیر بشدت بدان میرسدبیشتر تولیدانیدرید کربنیك‌میشود . هم‌چنین‌است سوختن زغال‌در بخاری ها ویاسوختن نفت درچراغها . پس بطور کلی هروقت سوختن زغال ویامواد آلی ناقص باشد مقدار زیادی اکسید کربن تولیدمیگردد .

در آزمایشگاه برای تهیه انیدرید کربنیك کافی است که یك اسید درروی‌یکی از کربناتها مثلا درروی‌گل‌سفید ویاسنگ مرمر بریزند تاجوش خورده و گاز انیدرید کربنیك بلند شود مطابق فرمول‌زیر :



$$CO_3Ca + 2HCl \rightarrow Cl_2Ca + CO_2 \nearrow + H_2O$$

انیدرید کربنیك را مطابق آزمایش های پیش درزیر سرپوش آب جمع‌مینمایند . وچون در آب کمی حل میشود ابتدا اندکی‌حل شده وسپس جای‌آب را میگیرد .

خواص انیدرید کربنیك ـ انیدرید کربنیك گازی بیرنك و سمی‌است . تنفس آن بتدریج انسانرامسموم مینماید. بدینجهت‌است که بوی زغال ویاخوابیدن درزیر درختها درشب بتدریج باعث‌دوار

وسر گیجه ودردسر شده وتولید قی و بهم خوردگی مزاج مینماید . و ازنقطهٔ نظر بهداشت خوابیدن درزیر درختهای کهن برعکس روز مضر وخطرناك است . انیدریدکربنیك بآسانی دراثر سرما ویافشار آبگون میشود .

انیدریدکربنیك کمی در آب حل میشود بویژه در تحت فشار زیادبیشتر در آب محلول است . لیمونادهابما نشان میدهد که انیدرید کربنیك بوسیلهٔ فشار زیاد در آب حل شده است وهمینکه در آنرا باز کنیم وفشار کم شودفورا لیموناد میجوشد یعنی انیدریدکربنیك آن از آب بیرون میآید .

آبهای گازدار زیرزمینی بمناسبت گازی که دارند هنگامیکه بزمینهای آهکی میرسند سنگ آهك را درخود حل کرده و تبدیل به بیکربنات کلسیم مینماید که محلول است . ودرهنگامیکه این آبها بسطح زمین میرسد گازخودرا ازدست داده ودرنتیجه سنگ آهك مجددا تولید شده و درمسیر آنهـا رسوب مینماید . مطابق فرمول های زیر :



$$CO_3Ca + CO_2 + HO_2 \longrightarrow (CO_3)_2H_2Ca$$

سنگ آهك — بیکربنات کلسیم



$$(CO_3)_2H_2Ca \longrightarrow CO_3Ca + CO_2 + H_2O$$

بیکربنات کلسیم

انیدریدکربنیك باآب تولید اسیدکربنیك مینماید ولی اسید کربنیك ناثابت است وبفوریت تبدیل به انیدریدکربنیك وآب می شود . بطوریکه محلول انیدریدکربنیك حکم محلول اسیدکربنیك

مسائل حل نشده

مسئله ۱ - چه مقدار و چه گنج گازید لازم است تا ۱/۰۷ گرم یدات پتاسیم بدهد و بچه طریق ممکن است گازید بدست آورد.

I = ۱۲۷ K = ۳۹ O = ۱۶

مسئله ۲ - برای ضد عفونی کردن یك مخزن آب که ۱۰۰۰۰۰ کیلوگرم آب دارد میخواهیم گاز کلر استعمال نمائیم معین کنید چه مقدار آب ژاول ویا کلروردوشو لازم است درصورتیکه بدانیم هر مترمکعب آب یك میلیگرم کلر لازم دارد تاضد عفونی گردد.

Ca = ٤۰ Na = ۲۳

مسئله ۳ - معین کنید چند لیتر گازئیدرژن لازم است تا ۵ لیتر گاز انیدرید سولفوروراکه درزینه ۱۵ وفشار ۷٤ سانتی مترمکعب جیوه است کاملا احیاء نماید.

مسئله ٤ - مقداری اسید سولفوریك غلیظ را بااندکی زغال میجوشانیم معین کنید نوع گاز های متصاعد را و اگر مقدار زغال مساوی ۳ گرم باشد گنج هر کدام از این گازها را درزینه ۱۲ و فشار معمولی بدست آورید.

S = ۳۲ O = ۱٦ H = ۱ C = ۱۲

مسئله ۵ - ۲۰ سانتیمتر مکعب اکسیژن را با ۳۰ سانتی متر

مکعب گاز ئیدرژن وارد یك آب سنج مینمائیم وجرقه الکتریك را در این آمیزه ایجاد میکنیم معین کنید پس از جرقه چه گنجی باقی میماند وچند گرم آب تشکیل میشود .



$O = ۱۶ \quad H = ۱$

مسئله ۶ ـ ۱۰۰ گرم آبرا تجزیه الکتریکی میکنیم معین کنید چه مقدار گاز اکسیژن وئیدرژن میدهد واگر گاز اکسیژن را برای سوزاندن فسفر و گاز ئیدرژن را برای ترکیب با کلر مصرف کنیم چند گرم فسفر سوخته وچند گرم کلر مصرف میشود .



$H = ۱ \quad O = ۱۶ \quad P = ۳۱ \quad Cl = ۳۵٫۵$

مسئله ۷ ـ ۱۰ گرم اسیدنیتریك را با ۴۰ گرم اسید کلر یدریك آمیخته و گرما میدهیم معین کنید :

۱ـ جنس و گنج گازهای متصاعد را در شرایط معمولی.

۲ـ چه مقدار سود لازم است تاباتمام گازی که متصاعدمیشود ترکیب گردد .

۳ـ این گاز چه خاصیت ویژهٔ دارد .



$Na = ۲۳ \quad N = ۱۴ \quad Cl = ۳۵٫۵$

مسئله ۸ ـ برای آنکه ۱۰ گرم طلارا تبدیل بکلرور نمائیم چه گنج گاز کلر لازم است واین گاز چطور باید تهیه شده باشد .



$Au = ۱۹۷ \quad Cl = ۳۵٫۵$

مسئله ۹ ـ ۱۰ گرم آب را تجزیه الکتریکی میکنیم و گاز ئیدرژن آنرا جمع مینمائیم .

از طرف دیگر ۵ گرم روی را با جوهر گوگرد رقیق ترکیب

مینمائیم گازی را کـه در این عمل متصاعد میشود جمع می نمائیم معین کنید:

۱ـ گنج گاز ئیدرژن‌را در این دوحالت.

۲ـ اختلاف خواص شیمیائی این دو گاز را هنگامیکه آنهارا از روی اکسیدهای گرم فلزی عبور دهیم.

Zn = ٦٠   S = ۳۲

مسئله ۱۰ ـ اسیدنیتریك دود کننده وغلیظ با اسید نیتریك رقیق چه اختلاف خواص شیمیائی‌دارند ودرجه ثبات کدام‌یك بیشتر است. گنج گازهائی‌راکه ازتجزیه یك ذره اسید غلیظ حاصل‌میشود درزینه ۱۵ وفشار معمولی حساب کنید

K = ۳۹   Na = ۲۳   N = ١٤   Mn = ٥٥   Cl = ۳٥٫٥

مسئله ۱۱ ـ میخواهیم یك لیتراکسیژن گاز بسازیم معین کنید چطور ممکن است از مواد زیر این گنج اکسیژن را بدست آوریم وچه مقدار ازهرکدام آنها لازم است.

شوره (نیترات پتاسیم) ـ کلرات پتاسیم ـ پرمنگنات پتاسیم ـ آب اکسیژنه ۲۰ گنجی ـ پراکسیدسدیم

مسئله ۱۲ ـ مقداری اسید کلریدریکی را که غلظت آن ۸۰ درصد است بوسیله بی‌اکسید منگنز تجزیه مینمائیم وگاز متصاعدرا وارد محلول نیترات نقره میکنیم رسوب سفیدی ته‌نشین میشود که پس‌ازخشك کردن ۲۰ گرم وزن‌دارد معین کنیدمقداراسید کلریدریك مصرف شده را ازحیث وزن

Ag = ۱۰۸   Cl = ۳٥٫٥

مسئله ۱۳ ـ چند گرم سولفور آهن خالص لازم است تا اگر در روی آن جوهر گوگرد بریزیم ۵ لیتر گاز بدهد و چطور ممکن است گاز متصاعد را شناخت و خواص شیمیائی مهم آن چیست .



مسئله ۱٤ ـ ۱۰ گرم گوگرد را میسوزانیم و سپس گاز حاصل را بوسیله ئیدرژن نوزاد احیاء میکنیم معین کنید چه گنج ئیدرژن لازم میشود و این گنج ئیدرژن از الکترولیز چند گرم آب بدست می آید .



مسئله ۱۵ ـ آمیزه ایست از سولفور و کربنات مس ۲ گرم آنرا برداشته در روی آن اسید کلریدریك ریخته و میجوشانیم گاز های متصاعد را وارد محلول آب آهك مینمائیم رسوبی بدست می آید که پس از جدا کردن و خشك کردن ۰/۰۱ گرم وزن دارد معین کنید :

۱ـ ترکیب درصد آمیزه را

۲ـ گنج مجموع گازهائی را که متصاعد میشود در زینه ۲۰ و فشار نیم جو



مسئله ۱٦ ـ میخواهیم ۲۰ گرم کلروردوشو بسازیم معین کنید بچه وسیله ممکن است آن را تهیه نمود و اگر آنرا از نمك طعام تهیه کنیم چند گرم نمك خالص لازم است و گنج گاز کلری که از

تجزیه نمك حاصل می‌شود در زینه صفر وفشار ۳ جو چقدرمیشود .

Ca = ٤۰   S = ۲۳   Cl = ۳۵٫۵

مسئله ۱۷ ــ آمیزه ایست از خاك زغال وخاك گوگرد . مقداری جوهر گوگرد روی آن ریخته وآنقدر میجوشانیم تاجوهر گوگرد صاف و سفید گردد گاز هائی که متصاعد میشوند در زینه ۱۵ و ٦۵ سانتیمتر مکعب فشار ۱۰ لیتر گنج دارد این گازها را وارد محلول آب اکسیژنه ۲۰ گنجی مینمائیم و مشاهده میکنیم که ۲۵ سانتیمتر مکعب آب اکسیژنه تجزیه میشود معین کنید ترکیب آمیزه را و مقدار جوهر گوگردی را که تجزیه شده است .

C = ۱۲   S = ۳۲

مسئله ۱۸ ــ در روی مقداری کلروردوشو قدری اسید کلریدریك میریزیم گازیکه متصاعد میشود در زینه ۱۵ وفشارمعمولی ۲/۵ لیتر گنج دارد .

یك لیتر آن را در شرایط معمولی گرفته و وارد محلول گرم پتاس مینمائیم ومابقی آنرا با ئیدرژن کافی درزیرسرپوش جمع نموده باهم ترکیب مینمائیم معین کنید :

۱ـ چه گنج ئیدرژن لازم است تا تمام کلری که درزیرسرپوش است ازبین برود .

۲ـ چند گرم اسید کلریدریك تشکیل میشود .

۳ـ مقدار نمکی که ازاثر یك لیتر گاز کلر درمحلول گرم پتاس حاصل میشود چقدر است .

K = ۳۹   Ca = ٤۰   Cl = ۳۵٫۵

مسئله ۱۹ ــ ۵ گرم سولفات فرو را یکبار بوسیله آب کلر اکسیده کرده و بار دیگر بوسیله آب اکسیژنه اکسیده مینمائیم اگر فرض کنیم که برای اکسیده کردن این ۵ گرم ۲۰۰ سانتیمتر مکعب آب کلر و ۲۵ سانتیمتر مکعب آب اکسیژنه مصرف گردد معین کنید که آب اکسیژنه چند گنجی بوده است و آب کلر چه مقدار گنج کلر آزاد در یك لیتر داشته است .



مسئله ۲۰ ـ ۰/۱ گرم کلرات پتاسم را درقرعی ریخته و گرما میدهیم گاز حاصل را در داخل آب سنج جمع مینمائیم سپس ۰/۱ گرم روی خالص را هم درمقداری جوهر گوگرد میاندازیم گازی را هم که از آن متصاعد میگردد درهمان آب سنج جمع می‌نمائیم و آن وقت جرقه الکتریك را در این آمیزه ایجاد می کنیم معین کنید :

۱ـ وزن جسمی که تشکیل میشود .

۲ـ جنس و گنج گازی که باقی میماند .



مسئله ۲۱ ـ ۱۵ گرم سولفات امونیم را در بالنی ریخته ودر آب حل میکنیم سپس مقدار زیادی سود بدان‌افزوده وبالن‌را گرم مینمائیم معین کنید :

۱ ـ چه گازی متصاعد میشود و گنج این گاز درزینه ۱۲ و۷۲ سانتیمتر مکعب فشار جیوه چه مقداراست .

۲ ـ اگر این گازرا وارد ۱۰۰ سانتیمتر مکعب جوهر گوگرد

۲۰ درصد بنمائیم غلظت این اسید بچه مقدار میرسد.

$S=۳۲ \qquad N=۱٤$

مسئله ۲۲ ـ آمیزه ایست از ۲ گرم نمك طعام و ٤ گرم برمور پتاسیم و ٦ گرم یدور پتاسیم این آمیزه را در بالنی ریخته و بدان بی اکسید منگنز می افزائیم سپس جوهر گوگرد غلیظ هم اضافه کرده و بالن را گرم میکنیم معین کنید:

۱ ـ گنج هر کدام از گاز های متصاعد را در زینه ۲۵ و فشار ۷٤ جیوه.

۲ـ فرمول واکنش را.

$Bn=۸۰ \quad I=۱۲۷ \quad K=۳۹ \quad Na=۲۳ \quad Cl=۳۵٫۵$

مسئله ۲۳ ـ آمیزه ایست از نمك طعام و یدور پتاسم و جسم های نا خالص ۵ گرم آنرا در بالنی ریخته و بدان محلول پرمنگنات پتاسیم و اسید سولفوریك غلیظ اضافه میکنیم و سپس بالن را گرم مینمائیم دو گاز متصاعد میشود که گنج اولی در زینه صفر وفشار ٦٤ سانتیمتر جیوه مساوی است به $\frac{۲}{۵}$ گنج دومی در زینه ۱۵ و فشار معمولی معین کنید:

۱ـ ترکیب درصد آمیزه را درصورتیکه میدانیم گاز دومی را هنگامی که با ئیدرژن ترکیب کنیم ۲ گرم اسید کلرید ریك میدهد.

۲ـ فرمول واکنش شیمیائی را

$K=۳۹ \qquad I=۱۲۷ \qquad Na=۲۳ \qquad Cl=۳۵٫۵$

مسئله ۲۴ ـ معین کنید چه گنج ئیدرژن نوزاد لازم است تا

۱۰ گرم سولفات فریك را کاملا احیاء کرده تبدیل بسولفات‌فرو نماید و بالعکس چند سانتیمتر مکعب از محلول ۱ در ۱۰۰ پرمنگنات پتاسیم لازم است تا تمام سولفات فرو را مجدداً تبدیل به سولفات ـ فریك نماید.



$K = ۳۹ \quad O = ۱۶ \quad Mn = ۵۵ \quad Na = ۲۳ \quad Fe = ۵۶$

مسئله ۲۵ ـ ۶۰۰ سانتیمتر مکعب از یك محلول پرمنگنات ـ پتاسیم را که ۱۲ گرم در لیتر پرمنگنات دارد برمیداریم و آنرا به‌دو قسمت متساوی قسمت میکنیم.

قسمت اول را آنقدر می جوشانیم تا تمام پرمنگنات تجزیه شود.

بقسمت دوم اسید سولفوریك غلیظ اضافه کرده و مثل پیش می‌جوشانیم معین کنید در دوحالت جنس و گنج گاز متصاعدرا.



$Mn = ۵۵ \quad K = ۳۹$

کتاب سوم

شیمی فلزها

سر آغاز کتاب فلز ها

فلز هائی که بر پیشینیان معلوم بود فلز هائی هستند که در طبیعت بحالت خاوص وجود داشته ویا به آسانی از احیاء سنگهای کانی بدست آمده . مهمترین آنها زر وسیم ومس وسرب است . زر ومس مدتها پیش‌از تاریخ برمردمان معلوم بوده و محققاً نخستین فلز هائی است که بشر بکار برده است زیرا این دوفلز بحالت آزاد یافت‌میشده است . بطور کلی زرهای قدیم با کمی‌سیم همراه است .

سیم از ۴۰۰۰ سال پیش شناخته شده بود . سکه‌های زر که متعلق به ۲۵۰۰ سال پیش ازمیلاد مسیح بود از کاوش درخرابه‌های لیدی بدست آمده . مفرغ که همبسته قلع ومس است از ۳۰۰۰ سال پیش ازمسیح شناخته شده وبدیهی‌است که همبسته نامبرده از گداختن مواد کانی این دوفلز باهم بدست آمده .

برنج که همبسته روی ومس است درزمان ارسطومعلوم بوده . استخراج آهن واستعمال آن بدون شك دیرتر از فلز های نامبرده انجام گرفته . مصریان و آشوریان چند قرن قبل ازمیلاد مسیح آهن را برای ساختن اسلحه های خود بکار برده اند . رومیان قدیم اوله‌های سربی را برای بردن آب بکاربردند . فنیقیان قلع خالص را می شناختند و آنرا از جزایرانگلیس بدست میاوردند . نویسندگان یونان قدیم جیوه را در کتابهـای خود نامبرده و مخصوصاً خاصیت حل نقره را برای این فلز ذکر کرده اند .

کیمیاگران در کتابهای‌خود هفت فلزرا نامبرده وهریك را بیکی ازستارگان نسبت میدادند .

زر به آفتاب . سیم به ماه . مس به زهـره . سرب به زحل . قلع به مشتری . آهن به بهرام (مریخ) . جیوه به عطارد

در دایره المعارف قرن هیجدهم که بتوسط دالامبر[1] ودیدر[2] در سالهای ۱۷۶۵-۱۷۵۰ تالیف شده فلزهارا بسه قسمت تقسیم میکنند .

---

(۱) D'Alambert (۲) Diderot

فلزهای کامل که دراثر گرمای زیاد آتش هم نمیسوزند وخاکستر نمیشوند .

فلزهای ناقص مانند مس وقلع و سرب که درآتش میسوزند ولی می توان خاکستر آنهارا باچربیها آمیخته سوزاند و باز فلز خالص بدست آورد .

۳ — فلزهائی مانند جیوه — روی — ارسنیك — انتیمون — بیسموت . که دارای خواص فیزیکی ومکانیکی فلزهای معمول نیستند . گاهی آنها را بافلز وزمانی باغیر فلزها ذکر میکنند .

نیکل و کبالت ومنگنز وپلاتین در سده هیجدهم ودیگر فلزهای تازه درسده نوزدهم و بیستم معلوم شدند .

از آغاز سده نوزدهم عوامل تازه مانند پیشرفت روز افزون دانش شیمی — بکار بردن زغال کك بجای زغال چوب در استخراج فلزها پیشرفت راه‌آهن و کشتی های بسیار بزرگ . صنایع ماشین سازی — اتومبیل — ماشین‌های برق ولوازم آنها — معماری جدید — استفاده ازنیروی شگرف ماشینهای بزرگ برق دراستخراج فلزها ، مهمتراز همه صنایع جنگی واسلحه های خودکار ونیروهای موتوریزه روز بروز بر وسعت دامنه استخراج فلزها افزوده واهمیت آنرا بجائی رسانید که استخراج بیشتر فلزها نسبت به آنزمان از ۳۰۰ تا هزار برابرافزایش یافت وبجائی رسید که ازحدود تصور خارج مینمود .

بخش نخستین

خواص عمومی فلزها

۱ - گذشته از جیوه تمام فلزها در زینه گرمای متعارفی دج هستند. آزمایش میکرسکپی نشان میدهد که فلزها از بلورهای بسیار کوچك که ابعاد آنها از ۰٫۱ میلیمتر بیش نیست تشکیل شده‌اند و تنها تغییر زینه گرماهای زیاد وطولانی وعوامل مکانیکی مانند چکش زد وحدیده کردن تغییرات مهمی در وضع قرار گرفتن این بلورها میدهد.

برای تمیز فلزها وغیرفلزها نخست خواص فیزیکی وشیمیائی فلزهارا بیان کرده وسپس بذکر فرقهای شیمیائی مهم آنها میپردازیم:

۲- خواص فیزیکی - خواص فیزیکی مهمی که برای فلزها بنظر میآوریم ازاینقرار است:

الف - **جلا** - بیشتر فلزها دراثر صیقل جلای مخصوصی موسوم بجلای فلزی پیدا میکنند که با جلای شیشه ای بعضی فلزها تفاوت کامل دارد.

ب - **رنگ** - بیشتر فلزها سفید رنگ هستند یعنی سیم وقلع ونیکل سفید و آهن وروی وسرب آلومینیم خاکستری تاسفید مایل به آبی وبعضی مانند مس قرمز رنگ ویاچون زر زرد هستند. براده بیشتر فلزها سیاه رنگ است.

ج - **چگالی** - اختلاف چگالی فلزها بسیار زیاد است پاره‌ای چون پتاسیم وسدیم از آب سبکترند (بچگالی ۸۶٪ و ۹۷٪) وپاره‌ای چون زر وزرسفید تقریباً ۲۰ بار از آب سنگینتر هستند (بچگالی ۱۹٫۳ و ۲۱٫٤).

چگالی بیشتر فلز هـای معمولی نزدیك ۸ است (روی ۱ر۷ قلع ۲۸ر۷ آهن ۸ر۷ نیکل ۸ر۸ مس ۹ر۸) .

د ـ گداز پذیری ـ هر یك از فلزها در دمای ثابتی گداخته می شود . در اثر گداز بطور کلی گنج فلز ها افزوده میگردد بنا بر این چگالی آنها کم شده وقسمت جامد درته بوته میماند .

فلزهای گدازپذیر بهتر بکار قالب گیری میخورد .

ه ـ **رسانائی گرما و برق** ـ همه فلزها گرما وبرق را میرسانند ولی اندازه رسانائی آنها یکسان نیست سیم بیش از همه فلز ها گرما وبرق را میرساند وبعد از آن مس و آلومینیم این خاصیت را بیش از دیگر فلزها دارند . رسانائی سرب وجیوه از فلزهای معمولی کمتر است .

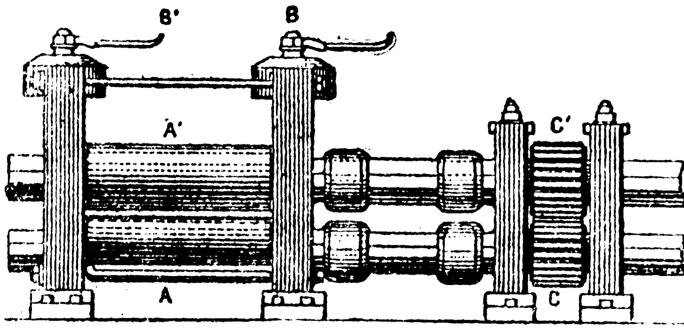
۳- **خواص مکانیکی** ـ الف ـ **چکش کاری** ـ فلزها را میتوان بآسانی چکش کاری نموده وبصورت مطلوب در آورد .

بعضی فلزها در دماهای معینی چکش خوار هستند . مثلا مس را سرد چکش کاری میکنند ولی آهن سرد کوفتن سودی ندارد و روی سرد دراثر چکش خرد میشود ازاینرو آهن را در دمای قرمز وروی را بین ۱۰۰ و ۱۵۰ زینه حرارت چکش میزنند .

ب ـ **قابلیت برگ شدن** ـ اگر میله‌ای از مس یاسیم یافلز دیگر را ازماشین برگ ساز شکل ۴۰(۱) بگذرانیم هر باراز ستبرای آن کاسته شده وبر درازی وپهنای آن افزوده میگردد . قابلیت برگ شدن فلز ها یکسان نیست وزر وسیم بیش ازفلزهای دیگر دارای این خاصیت

(۱) Laminoir

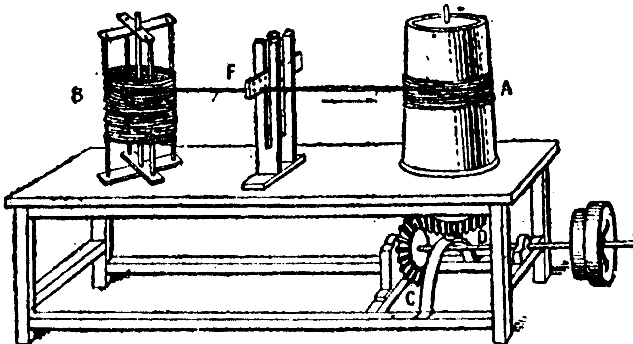
هستند یعنی میتوان از زر برگهائی به ستبرای $\frac{۱}{۱۰}$ میکرن تهیه کرد



ش ۴۱

دراینصورت زرمانند شیشه نوررا ازخود میگذراند.

ج - **قابلیت مفتول‌شدن** - اگر نوک یک میله فلزی را تیز کنیم وازسوراخهای صفحه فولادی موسوم بحدیده که بین زرگرهای ما به سُفت معروف است بکمک یک انبردست یاماشین شکل ۴۱ بگذرانیم



ش ۴۲

هربار ازستبرای آن کاسته شده درحدود ۲۵٪ بردرازی آن افزوده میگردد. قابلیت مفتول شدن زر بیش از فلزهای دیگر است وبایک گرم زر می‌توان مفتولی بدرازی ۲٫۵ کیلومتر تهیه کرد.

قابلیت برگ شدن ومفتول شدن فلزها نسبی است و نمیتوان بعدد تعبیر نمود. قلع وسرب را میتوان برگ نمود ولی قابل مفتول شدن نیست زیرا باندازه کفایت محکم نیستند.

هر بار پس از گذراندن فلزها از برگ ساز یاسفت باید آنهارا گرم کرده بگذارند سرد شود تارفع شکنندگی آنها بشود.

استحکام ـ اگر مفتولهائی بقطر یکمیلیمتر از فلزهای مختلف گرفته وبهریك آنقدر وزنه بیاویزیم که گسیخته شود کوچکترین سنگی که هرمفتول را میگسلد استحکام فلز را بیان میکند. استحکام سرب ازتمام فلزها کمتر واز آن فولاد ازهمه بیشتر است.

خرد شدن واستقامت ـ برای سنجش درجه خرد شدن فلزها ایستادگی آنهارا درمقابل ضربه اندازه میگیرند. درعمل یك برگ ازفلز مورد آزمایش را که قطر وسطح آن کاملا معین است اختیار کرده شکافی بگودی ۲ میلیمتر بآن میدهند. سپس این برگ فلزی را روی دو پایه گذارده و سنگ مناسبی از بلندی لازم روی آن رها می کنند تاصفحه فلزی را بشکند. قابلیت خرد شدن هرفلز بحاصل ضرب سنگینی آن سنگ دراین بلندی بیان میشود یعنی هرچه این حاصل ضرب که به کیلوگرممتر بیان می شود بیشتر باشد استقامت فلز بیشتر است.

معمولا فلزها دراثر چکش کاری وبرگ شدن یامفتول شدن سخت وشکننده وباصطلاح پیشه وران خام میشود.

برای رفع این عیب باید آنهارا بشدت گرم کرده و بملایمت سرد نمود تا پخته شود.

سختی — هرچه فلز کمتر دراثر اجسام خارج سائیده و مخطط شود گویند سختی آن بیشتر است.

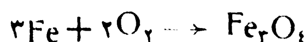
مثلا فولاد تنها دراثر سوهان واره آب داده خراشیده و بریده میشود درصورتیکه سرب باناخن هم خراشیده میشود. فولاد از چدن وچدن از آهن و آهن ازمس وسیم ازسرب سخت تراست زیرا هر یك فلزهای پس ازخودرا میتراشند.

خواص شیمیائی — خاصیت هائیکه معمولا برای فلزها بررسی میکنیم اثر بعضی غیر فلزها ازقبیل اکسیژن و کلر و گوگرد وبعضی اجسام مرکب مانند آب واسیدها وبازها خواهد بود (فلزها بایکدیگر میل ترکیب ندارند)

اثراکسیژن — همه فلزهای معمولی بجز زر وسیم و زر سفید در دماهای مختلف با اکسیژن هوا ترکیب میشوند واکسید میدهند مثلا پتاسیم وسدیم در دمای معمولی و آهن و مس در دمای سرخ و سرب درحدود نقطه گداز اکسید میشود. اکسیدشدن پاره ای فلزها مانند روی و آهن و منیزیم و آلومینیم شدید است یعنی روشنائی و گرمای زیاد میدهد.



$$Zn + O \longrightarrow ZnO$$



$$3Fe + 2O_2 \longrightarrow Fe_3O_4$$

اثرهوای نمناك — هوای معمولی چون دارای بخار آب و انیدرید کربنیك است بیش ازاکسیژن خالص وخشک اثر میکند و هیدرو کربنات یعنی مخلوطی ازهیدرات و کربنات میدهد بیشتر فلزهای معمولی مانند مس وروی وسرب تنها ازیکورقه زنگ پوشیده میشوند

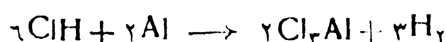
ولی بعضی نیز مانند آهن بکلی زنگ زده و تمام آن فاسد میشود.

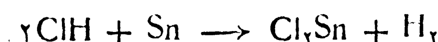
اثر کلر و گوگرد - کلر مستقیماً با تمام فلزها خصوصاً اگر گرم شده باشد ترکیب میشود ولی بیشتر کلرور حاصل سطح فلز را می پوشاند و بقیه فلز را محفوظ میدارد. اگر فلزی دارای دو کلرور باشد همیشه کلرور پر ظرفیت تر از ترکیب کلر بدست میآید.

گوگرد بکمك گرما با تمام فلزها غیر از زر و پلاتین ترکیب شده سولفور میدهد.

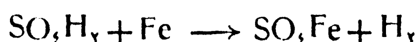
اثر اسید ها - اسیدها بر بیشتر فلزها اثر کرده نمك میدهد.

جوهر نمك - اسید کلریدریك باروی و منیزیم و آهن و آلومینیم و قلع ترکیب شده و هیدرژن میدهد ولی بر سرب و مس و جیوه و نقره که کلرورشان غیر محلول است اثر ندارد.


$$6ClH + 2Al \longrightarrow 2Cl_3Al + 3H_2$$


$$2ClH + Sn \longrightarrow Cl_2Sn + H_2$$

جوهر گوگرد - اسید سولفوریك رقیق باروی و منیزیم و آهن و قلع ترکیب شده هیدرژن میدهد.


$$SO_4H_2 + Fe \longrightarrow SO_4Fe + H_2$$

اسید سولفوریك سرد و غلیظ کم اثر است ولی اسید گرم و غلیظ بر همه فلزها غیر از زر و زر سفید اثر کرده گاز سولفورو و نمك میدهد.


$$2SO_4H_2 + Fe \longrightarrow SO_4Fe + SO_2 + 2H_2O$$

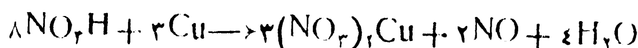

$$2SO_4H_2 + 2Ag \longrightarrow SO_4Ag_2 + SO_2 + 2H_2O$$

یعنی با هیچیك هیدرژن نمیدهد زیرا چنانکه در خواص این

اسید دیدیم اسید سولفوریك گرم و غلیظ اکسید کننده ایست قوی یعنی نخست فلز را اکسید کرده و سپس با اکسید نمك و آب میدهد.

جوهر شوره ـ اسید ازتیك بر همه فلز ها غیر از زر و زر سفید اثر میکند و با هیچیك هیدرژن نمیدهد بلکه بخار اکسید ازت متصاعد میکند و نیترات میدهد. زیرا این اسید نیز اکسید کننده قویست.

فرمول برای تمام فلز های دو ظرفیتی



$$8NO_3H + 3Cu \longrightarrow 3(NO_3)_2Cu + 2NO + 4H_2O$$

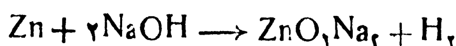
برای فلز های یك ظرفیتی



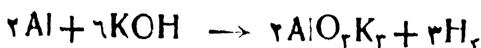
$$4NO_3H + 3Ag \longrightarrow 3NO_3Ag + NO + 2H_2O$$

اسید رقیق بر بعضی فلز ها مانند قلع و آهن بهتر اثر میکند.
برای تندشدن عمل با بعضی فلزها کمك حرارت لازم است.

اثر بازها ـ سود وپتاس بر بعضی فلزهای کم اثر مانند روی و آلومینیم و سرب وقلع بکمك گرما اثر میکنند و نمکهائی که فلز آنها سود یا پتاس وغیرفلز اسیدشان یکی ازفلزهای نامبرده است بدست می آید.



$$Zn + 2NaOH \longrightarrow ZnO_2Na_2 + H_2$$



$$2Al + 6KOH \longrightarrow 2AlO_3K_3 + 3H_2$$

ولی بر آهن ونیکل ومس ونقره اثری ندارد.

اختلاف میل ترکیبی شیمیائی فلزها

چنانکه سال پیش در خواص شیمیائی غیر فلزها دیدیم اثر غیر فلزها واسیدهای آنها بر فلزها بیك اندازه نیست مثلا اثر آنها بر فلز های قلیائی وقلیائی خاکی بسیار شدید وبرعکس اثرشان برسیم وزر بسیار کم است بطوریکه اگر فلز ها را بترتیب میل ترکیبی مرتب کنیم یعنی فلزهائی که میل ترکیبی زیاد دارند در بالا وفلزهای کم اثر را در پائین ستون بنویسیم ستونی بشرح زیر خواهیم داشت :

پتاسیم
سدیم
کلسیم
منیزیم
آلومینیم
منگنز
روی
آهن

دراین ستون چنانکه اکنون نیز شرح می دهیم میل ترکیبی واثر شیمیائی فلزهای بالا شدیدتر و از آن فلزهای پائین کمتر است.

۱ـ **اثر اکسیژن** ـ اگر فلزها را با اکسیژن خالص حرارت دهیم تمام فلزهائیکه دراین ستون بالای سیم قرار دارند با اکسیژن ترکیب شده اکسید میدهند اما میل ترکیبی پتاسیم وسدیم باندازه‌ای زیاد است که بدون حرارت با اکسیژن خشك ترکیب و اکسید میشود (از اینرو باید آنها را درروغن‌های کانی که اکسیژن ندارند نگاه‌داری نمود وچون اکسیدهای فلزی را بشدت گرم کنیم اکسید فلز های پائین‌تر از جیوه تجزیه شده فلز خالص میدهند.

۲ ـ **اثر آب** ـ پتاسیم برآب در کمال شدت اثر

نیکل	میکند و هیدرژن حاصل در اثر گرمای عمل خود بخود آتش میگیرد. با سدیم شدت عمل کمتر و با کلسیم کاملا ملایم است.
قلع	منیزیم تنها با آب جوش ترکیب میشود و روی و آهن، بخار آبرا در حرارت قرمز تجزیه میکنند. مس و سرب در گرمای سفید بسختی این عملرا انجام می دهد سیم
سرب	و فلزهای پائین‌تر از آن در هیچ حال در اثر آب اکسید نمی شوند.
هیدرژن	۳- **اثر اسیدها** ـ چنانکه در خواص شیمیائی فلزها
مس	دیدیم تمام فلزهائیکه در این ستون میل ترکیبی بالای هیدرژن قرار گرفته اند در اثر بر اسید ها این عنصر را
جیوه	آزاد میکنند و بدیهی است که فلزهای زیر هیدرژن باهیچ اسیدی هیدرژن نمیدهند یعنی جوهر نمك بر آنها اثر
سیم	ندارد. جوهر گوگرد سرد و رقیق یا سرد و غلیظ نیز بی
پلاتین	اثر و اسید گرم گاز سولفورو می دهد.
زر	٤- **اثر فلزها بر محلول نمکهای یکدیگر** ـ اگر یك تیغه مس در محلول سولفات روی بگذاریم هیچگونه

اثری بر آن ندارد ولی اگر یك تیغه روی در محلول سولفات مس بگذاریم محلول گرم و بیرنگ میشود و رنگ آبی محلول سولفات مس از بین میرود و چون محلول باقیمانده را بپالائیم ریزه های مس روی صافی میماند و محلول بی‌رنگ سولفات روی از صافی میگذرد.

با فلزها و نمکهای دیگر میتوان همین آزمایش را انجام داد و

مشاهده نمود که همیشه هر فلز از ستون میل ترکیبی بر نمك فلزهای پس از خود اثر میکند یعنی فلز آنهارا آزاد کرده خود بصورت نمك درمیآید درصورتیکه بر نمکهای فلزهای بالاتر از خود هیچگونه اثر ندارد مثلا یك تیغه روی سیم را از نیترات سیم و جیوه را از کلرور جیوه و زررا از کلرور زر جدا میکند و خود بصورت نیترات و یا کلرور در میآید ونیز یك تیغه آهن یا آلومینیم نمکهای تمام فلزهای پائین‌تر خودرا تجزیه مینماید درصورتیکه زر بر هیچیك از نمکها اثر ندارد یعنی نمیتواند فلز هیچیك از آنها را آزاد کند بهمین دلیل فلزهای پائین‌تر از هیدرژن نمیتوانند با اسیدها هیدرژن بدهند.

از دقت در مراتب فوق معلوم میشود هر چه فلزها بالاتر از هیدرژن باشند فسادپذیرتر وهرچه پائین‌تر از آن باشندفساد ناپذیرتر خواهند بود. دیگر از فواید عملی که از مطالب بالا عاید میگردد آنست که برای نگاهداری فلزها میتوان سطح آنهارا ازفلز دیگری که میل ترکیبی شیمیائی آن بیشتر است بپوشانیم. بدین ترتیب فلز زیرین بر ترکیبهائی که ممکن است فلز بالائی با گاز اکسیژن و گاز کربنیك[1] و بخار آب هوا بدهد بی‌اثر خواهد بود و گرنه نتیجه این عمل برعکس بوده وفلز زیرین زودتر فاسد خواهدشد مثلا برای محافظت آهن آنرا درروی گداخته فرومیبرند وبرای نگاهداری مس آنرا ازیکورقه قلع میپوشانند والبته تا وقتی فلزهای بالاباقی‌هستند فلزهای زیر محفوظ خواهند بود در صورتی که حلبی که واجد این شرط مهم نیست درمجاورت رطوبت بزودی‌وتندتر از آهن‌خالص زنك زده وفاسد میشود زیرا میل‌ترکیبی آهن ازقلع بیشتراست وترکیب

های آنرا تجزیه کرده قلع را آزاد میکند و خود اکسید میشود .
دیگر از نکات دانستنی ستون میل ترکیبی فلزها آنست که ترکیبهای
فلزهای اول ستون باثبات تر هستند یعنی بآسانی ترکیب شده و بسختی
تجزیه میشوند درصورتیکه ترکیبهای فلزات پائین ستون کم ثبات تر
هستند نیز تنها فلز های پائین هیدرژن ممکنست در طبیعت بحالت
خلوص یافت شوند .

تبدیل انرژی شیمیائی بانرژی الکتریکی - آزمایش نشان
میدهد اگر یکقطعه ازفلز را در محلول یکی از نمکهای خودش بگذاریم
بین فلز ومحلول اختلاف سطح الکتریکی برقرار میشود . سو واندازه
این اختلاف سطح الکتریکی بسته بجنس فلز وغلظت محلول نمك
آنست . مثلا تیغه مس درسولفات یاکلرور یانیترات مس دارای بار
الکتریستیه مثبت میشود در صورتیکه تیغه روی درمحلول یکی از
نمکهای خود دارای بار الکتریسیته منفی میگردد و مخصوصا اگر
فلز را درمحلول نرمال نمك خودش قرار دهیم مقدار اختلاف سطح
بقرار زیر خواهد بود :

پتاسیم	۲ر۹۳ـ ولت	قلع (دوظرفیتی)	۰ر۱٦ـ ولت
سدیم	۲ر۸۳ »	سرب	۰ر۱۲ »
باریم	۲ر۸۲ »	هیدرژن	۰ر۰ »
کلسیم	۲ر۵٦ »	مس (دوظرفیتی)	+ ۰ر۳٤ + »
منیزیم	۱ر٤۹ »	جیوه	+ ۰ر۷۵ + »
آلومینیم	۱ر۲۸ »	سیم	+ ۰ر۸۰ + »

روی	۰ر۷۶	»	پلاتین	۰ر۸۶ +	»
آهن(دوظرفیتی)	۰ر۴۳	»	زر	۱ر۰۸ +	»
نیکل	۰ر۲۲	»			

یعنی باهر دوفلز که در محلول نمک خود قرار گرفته باشند میتوان یك پیل الکتریکی ترتیب داد بدیهی‌است برای آنکه نیروی محرك پیل زیاد باشدباید قطب مثبت آنرا ازفلزهای پائین هیدرژن و قطب‌منفی‌را ازفلزهای بالای‌هیدرژن انتخاب‌نمود. مطابق شرح‌فوق اختلاف سطح پیلی که یك قطبش مس وقطب دیگرش روی‌است (پیل ولتا) ولت۱ر۱ = (۰ر۷۶ —) — ۰ر۳۴ — میشود.

و نیز نیروی محرکه پیل وستون که یك قطبش کادمیم و قطب دیگرش جیوه است ۱ر۱۹ = (۰ر۳۰ —) — ۰ر۷۹ + خواهد بود.
چنانکه‌میبینیم این‌سری که‌بسری نیروی محرك الکتریکی‌معروفست همان سری میل ترکیبی است .

تفاوت فلزها و غیر فلزها

تفاوت بین فلزها و غیر فلزها در خواص اصلی زیر است :

۱ـ درصورتیکه غیر فلزها بایکدیگر ترکیب شده و بافلزها هم میل ترکیبی دارند فلزها تنها باغیر فلزها ترکیب میشوند و بایکدیگر میل ترکیبی ندارند .

۲ ـ هریك ازغیر فلزها درترکیب بااکسیژن دست کم یك انیدرید میدهند که چون باآب ترکیب شود اسید میدهد درصورتیکه فلزها بااکسیژن دست کم یك اکسید میدهند که قابل تبدیل به باز یا هیدرات است. پاره‌ای فلزها مانند کرم و منگنز وانیدریدهم میدهند ولی هیچیك ازغیر فلزها هیدرات نمیدهد .

۳ـ درتجزیه الکتریکی همه فلزهادرقطب منفی جمع میشوند. درصورتیکه غیر فلزها درقطب مثبت جمع میشوند .

تبصره ـ بنیانهای اسیدی بعضی فلزهامانند MnO_4 از پرمنگنات و Cr_2O_7 از بیکرمات نیز درقطب مثبت جمع میشوند .

٤ ـ تمام غیر فلزها باهیدرژن ترکیب میشوند واجسام حاصل گازی شکل و باثبات هستند .

ازفلزها تنها سدیم وپتاسیم وکلسیم باهیدرژن ترکیب میشوند و هیدرور حاصل جامد وبسیار بی‌ثبات است .

در جدول زیر خواص فلزها و غیر فلزها را بایکدیگر مقایسه میکنیم

غیر فلز ها

الف – خواص فیزیکی :

۱ – گازی شکل و یادج هستند تنها برم در دمای معمولی آبگونه است .

۲ – چگالی آنها معمولا کم است .

۳ – کربن و سیلیس گداز پذیر نیستند بقیه غیر فلزهای زود گدازند . گازها بسیار دیر آبگونه میشوند .

۴ – جلای مهمی ندارند صیقل پذیر نیستند نور را بخوبی برنمیگردانند .

۵ – گرما و برق را هدایت نمیکنند .

۶ – چکش خوار نبوده و قابل برگ شدن ومفتول شدن نیستند .

ب – خواص شیمیائی :

۱ – در ترکیب با اکسیژن اقلا یك انیدرید میدهد .

۲ – با اسیدهای معدنی ترکیب نمیشوند و بفرض ترکیب نمك نمیدهد .

۳ – با هیدروژن ترکیبات فرار و گازی شکل میدهند .

۴ – در تجزیه الکتریکی بقطب مثبت میرود .

فلز ها

الف – خواص فیزیکی :

۱ – همه جامد و تنها جیوه در دمای معمولی آبگونه است

۲ – چگالی آنها عموما زیادتر از غیر فلز ها است .

۳ – فلزها دیر گداز و بسیار دیر بخار میشوند .

۴ – در اثر صیقل جلا یافته و نور را به خوبی برمیگردانند .

۵ – گرما و برق را بخوبی هدایت میکنند .

۶ – چکش خوار و قابل برگ شدن ومفتول شدن هستند .

ب – خواص شیمیائی :

۱ – در ترکیب با اکسیژن اقلا یك اکسید بازی میدهد .

۲ – با اسیدهای معدنی ترکیب شده و بجای هیدروژن آنها قرار میگیرند یعنی نمك میدهند .

۳ – با هیدروژن باسانی ترکیب نمیشود وهیدرورهای سدیم و پتاسیم و کلسیم تهیه نشده که فرار نیستند .

۴ – در تجزیه الکتریکی درقطب منفی جمع میشوند .

حالت طبیعی و اصول استخراج فلزها

....

حالت طبیعی – بعضی فلزهای کم اثر یعنی فلزهائی که مانند زر وزر سفید و مس و جیوه میل ترکیبی شیمیائی آنها بسیار کم است در طبیعت بحالت آزاد و گاهی نیز بصورت خالص یافت میشوند، ولی بعضی از فلزهای نامبرده و تمام فلزهای دیگر بیشتر در طبیعت بحالت اکسید یا کربنات و سولفات یا کلرور وجود دارند.

۱ – **اکسیدها** – مهمترین اکسیدهائی که برای استخراج فلزها بکار میرود اکسیدهای زیر هستند.

اکسیدهای آهن Fe_2O_3، Fe_3O_4 و اکسیدهای مس CuO و Cu_2O و اکسید قلع SnO_2 و اکسید آلومینیم Al_2O_3 بی اکسید منگنز MnO_2

۲ – **سولفورها** – مهمترین سولفورهای فلزی از اینقرارند:

سولفور روی SZn (بلاند) بی سولفور آهن S_2Fe (پیریت آهن) سولفور سرب SPb (گالن) سولفور مس SCu_2 (کالکوزین) و سولفور جیوه SHg (سینابر) و سولفور سیم SAg_2 (آرژیرز). بعضی سولفورها مانند سولفور مس و آهن S_2Cu_2Fe (کالکوپیریت) و یا سولفور سرب و نقره به سولفور مختلط معروفند.

۳– **کربناتها** – بعضی کربناتها مانند کربنات آهن CO_3Fe و کربنات سرب CO_3Pb و کربنات روی CO_3Zn برای استخراج فلز و پاره‌ای دیگر از قبیل کربنات کلسیم CO_3Ca و کربنات منیزیم CO_3Mg و کربنات باریم CO_3Ba برای تهیه اکسیدها و نمکهای دیگر بکار میروند.

۴- **سولفاتها**- بعضی سولفاتها مانند سولفات کلسیم درطبیعت بسیار فراوان و بعضی دیگر چون سولفات سرب و سدیم و منیزیم نیز کم و بیش وجود دارند باوجود این هیچیاک ازسولفاتها برای استخراج فلز بکار نمیرود.

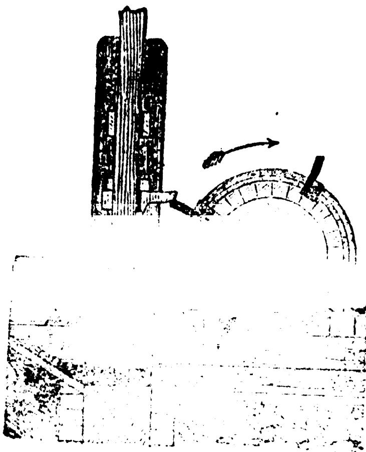
۵- **هالوژنورها**- بعضی فلزها مانند سدیم و پتاسیم و کلسیم و منیزیم که میل ترکیبی آنها بسیار زیاداست ازتجزیه الکتریکی هالوژنور ها و مخصوصا کلرورها تهیه میشوند.

بیشتر مواد نامبرده هیچگاه خالص نیستند بلکه با مقداری قشر خاکی (گل رس- سیلیکاتها- مواد آهکی و غیره) که بقشر کان موسوم اند همراه است و شرط استخراج فلز از آنها آنست که مقدار قشر کان نسبت بارزش فلز زیاد نباشد مثلا اگر قشر کان در سنگ آهن از ٪۵ بیشتر باشد باشرایط امروزی ازاستخراج آن صرف نظر میکنند ولی اگر سنگ کان سیم تنها ٪۱ هم نقره بدهد از استخراج آن چشم نمیپوشند.

خالص کردن سنگ کان

جدا کردن ترکیبهای فلزی ازمواد خارجی که در کان باآن همراه هستند مخصوصا وقتی که نسبت این مواد در سنگ کان زیاد باشد بسیار لازم است. این مواد خارجی بیشتر مواد خاکی و شن و سنگ و غیره هستند و هر چه جدا کردن آنها با دقت بیشتر انجام گیرد فلز خالص تر بوده و عمل شیمیائی استخراج ارزان تر تمام میشود. برای اینعمل

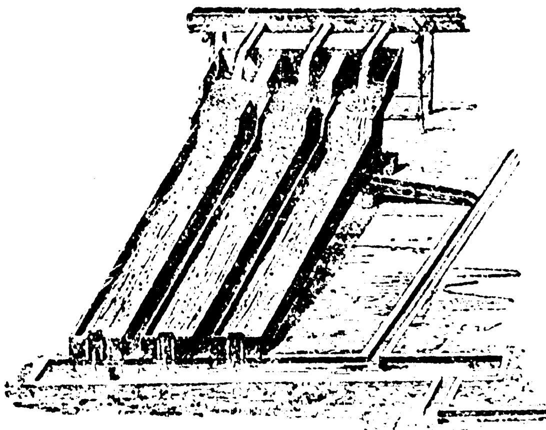
نخست تکه‌های سنگ کان را بوسیله ماشینهای مخصوص (شکل ۴۱) تا اندازه لازم خرد کرده وسپس در



ش ۴۱

اسبابهای مخصوص (شکل ۴۲) دراثر جریان آب قرار میدهند تکه هائیکه دارای موادفلزی هستند چگالتر بوده درته ظرف میماند وقطعات موادخارجی سنگ کان سبك‌تر و در اثر آب شسته شده باآب خارج میگردند.

چندسال است برای جدا کردن موادخارجی ازسولفورهای فلزی مخصوصا کانهائی که دارای موادخارجی زیادهستندمانندبعضی سولفور های مس موادکانی را بدقت آسیاکرده بامقدارزیادی آب وکمی روغن



ش۴۲

مخلوط میکنند وبشدت میزنند. ذره‌هائیکه بیشتر ترکیب فلزی همراه

دارند با کمی از قشر کان که از آنها جدا میگردد بروغن آلوده شده روی سطح مایع شناور میشوند و مواد خارجی در اثر آب سنگین شده در ته ظرف میماند والبته مقدار بسیار کمی روغن برای اینعمل لازم است این عمل در اصطلاح صنعتی به فلوتاژ (۱) معروف است . و تنها در امریکا سالانه هشتاد میلیون تن سنگ معدن باین طریقه تصفیه میشوند . هر روغنی برای اینعمل مناسب نیست . در آمریکا بیشتر مخلوط روغن کاج های مخصوص یا روغنهای کانی و در استرالیا روغن اکالیپتوس برای این منظور بکار میرود . برای جدا کردن مواد مغناطیسی مانند آهن از قشر کان ، آهن ربای برقی نیز ومند بکار میبرند .

فلزکاری یا استخراج فلز از سنگ کان خالص شده - راههای مختلف استخراج فلز از سنگ کان رامیتوان بدو دسته تقسیم نمود .

۱ - بکمك گرما - این طریقه مهمترین وقدیمی ترین راههای استخراج فلز ها است . در این طریقه سعی میکنند مواد خارجی که باسنگ معدن همراه است وجدا کردن آنها ممکن نشده بایك ماده گداز آور ترکیب و بصورت جسم گداختهٔ شیشه مانندی از کوره خارج گردد . مثلا برای استخراج آهن از هماتیت Fe_2O_3 وقتی این سنگ کان بامواد سیلیسی همراه باشد کمی آهك بآن میافزایند تا سیلیس بجای ترکیب با آهن که باعث تلف شدن آن میگردد باآهك سیلیکات کلسیم بدهد که بصورت شیشه گداخته از بالای بوته خارج میگردد.

مهمترین دستورهای استخراج فلز ها بکمك گرما از این قرار است :

---

(۱) Flottage

۱ - **احیاء اکسیدها بوسیله کربن** الف - برای استخراج فلز از اکسیدها آنهارا با زغال کك یا زغال چوب در کوره های مخصوص بشدت حرارت میدهند. زغال اینجا دو عمل دارد نخست گرم کردن کوره تا زینه گرمائی که عمل احیاء ممکن گردد.

دوم احیاء اکسید. گاهی از ترکیب کربن با اکسیژن یا گاز کربنیك اکسید کربن بدست میآید که خود عمل احیاء کننده مهمی دارد.

ب - اگر سنگ کان بصورت کربنات یا هیدرو کربنات باشد نخست آنرا بشدت حرارت میدهند تا باکسید تبدیل شود آنگاه اکسید را بوسیله زغال احیاء میکنند.

ج - سولفورها را نخست در اثر گرما کباب کرده باکسید تبدیل میکنند وسپس اکسید را بوسیله زغال احیاء میکنند. در کشورهائی مانند سوئد وامریکا که روان برق بسیار ارزان است کوره ها را بوسیله برق گرم میکنند وزغال تنها عمل احیاکننده دارد.

۲ - احیاء بوسیله فلزهائیکه میل ترکیبی آنها بیشتر است.

الف - مدتها آلومینیم را بوسیلهٔ سدیم بدست میآورند یعنی سدیم را با کلرور آلومینیم گرما داده کلرور سدیم و آلومینیم تهیه می کردند.

ب - برای بدست آوردن کرم فلزی اکسید کرم را با گرد آلومینیم مخلوط کرده در اثر نوار منیزیم آتش میزنند کرم فلزی در ته بوته جمع شده آلومین بصورت بخار سفید رنگی خارج میشود.

طریقه آبی استخراج فلزها - استخراج فلزها بطریق آبی معمولا

باین راه است که نخست سنگ معدن پاکیزه شده را دراثر حل در آب ویاتر کیب بااسیدهایاباز هاوغیره بصورت اجسام محلول در آورده وسپس بکمك فلزهای کم بها که میل ترکیبی آنها بیشتر است و یا بوسیله جریان الکتریسیته فلز خالص بدست میآورند.

مثلا برای استخراج مس میتوان کربنات یاسولفور آنرابصورت سولفات در آورده وبوسیله یك قطعه آهن یایك قطعه روی که در محلول قرار دهند مس خالص بدست آورد ویابراه تجزیه الکتریکی مس خالص‌تر تهیه نمود.

بطور کلی استخراج آبی بیشتر در باره سنگ کانهای بسیار پست وکم عیار که استخراج آنها بطریقه حرارتی صرفه ندارد عمل میکنند اصول این طریقه را در استخراج مس و نقره و زر بتفصیل خواهیم دید.

۳ - **طریقه الکتریکی** - دراین طریقه مواد کانی تصفیه‌شده مانند آلومین یافرا آورده‌های صنعتی مانند سود وپتاس را دراثر گرمای زیاد که از عبور روان برقی بسیار شدید حاصل میشود (استخراج آلومینیم) ویادراثر گرمای کوره خارجی نتیجه میگردد (تهیه‌سدیم ازسود سوزآور) گداخته و دراثر جریان برق تجزیه میکنند.

برای استخراج بعضی فلزها مانند سدیم باید دوبار عمل تجزیه الکتریکی انجام گیرد یعنی نخست محلول نمك طعام را تجزیه کرده سود سوزآور بدست آورد وسپس از تجزیه الکتریکی سودسوزآور گداخته سدیم خالص تهیه کنند.

طبقه بندی فلزها

جدول مندلیف

تاسال ۱۸۶۰ طبقه بندی بین عناصر بعمل نیامده بود در این سال نیولند انگلیسی متوجه شد که اگر عناصر را بحسب جرم اتمی صعودی آنها مرتب کنیم تقریبا هر هشت عنصر بیکدیگر مانندهستند وخواص آنها مرتبا تکرار میشود ولی علمای شیمی انگلیس بگفته اوتوجهی ننمودندو چون اصرار کرد بریشخند وتمسخروی پرداختند.
درسال ۱۸۶۹ مندلیف شیمی دان روسی نشان داد که اگر از لیتیم شروع کرده وعنصرها را بنابر افزایش توده اتمی مرتب کنیم مطابق دو خط زیر :

لیتیم ـ گلوسینیم ـ بر ـ کربن ـ ازت ـ اکسیژن ـ فلور
۷ ـ ۹ ـ۱۱ ـ ۱۲ ـ ۱۴ ـ ۱۶ ـ ۱۹
سدیم ـ منیزیم ـ آلومینیم ـ سیلیسیم ـ فسفر ـ گوگرد ـ کلر
۲۳ ـ ۲۴ ـ ۲۷ ـ ۲۸ ـ ۳۱ ـ ۳۲ ـ ۳۵٫۵

خواص سدیم که عنصر هشتم است کاملا نظیر خواص لیتیم است همینطور منیزیم باگلوسینیم و باآلومینیم و کربن باسیلیسیم و ازت بافسفر و اکسیژن باگوگرد وفلور باکلر همانندی تمام دارد. مندلیف بدستور فوق جدولی ازتمام عناصر ترتیب داد که تنها دریکی دو جا برای رعایت کامل شباهت از ترتیب جرم اتمی صعودی صرف نظر شده بود ونیز هیدرژن را کنار گذارده بود.

دانشمند نامبرده بعضی خانه‌های جدول خودرا خالی گذارده و بدینطریق وجود چند فلز نایافته را پیش بینی کردوپس ازاو گالیم

جدول متناوب عناصر یا
جدول مندلیف

	ستون ۰	ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳	ستون ٤	ستون ٥	ستون ٦	ستون ٧	ستون ٨
١	He ٤	Li ٧	Gl ٩	B ١١	C ١٢	N ١٤	O ١٦	F ١٩	
٢	Ne ٢٠	Na ٢٣	Mg ٢٤.٣	Al ٢٧	Si ٢٨.٣	P ٣١	S ٣٢	Cl ٣٥.٥	
٣	A ٣٩.٩	K ٣٩	Ca ٤٠	Sc ٤٤	Ti ٤٨	V ٥١	Cr ٥٢	Mn ٥٥	Fe ٥٦ Co ٥٨.٩ Ni ٥٨.٧
٤	—	Cu ٦٣.٦	Zn ٦٥.٤	Ga ٧٠	Ge ٧٢.٥	As ٧٥	Se ٧٩.٢	Br ٨٠	
٥	Kr ٨٢.٩	Rb ٨٥.٤	Sr ٨٧.٩	Y ٨٩	Zr ٩٠.٦	Cb ٩٣.٥	Mo ٩٦	—	Ru ١٠١.٧ Rh ١٠٣ Pd ١٠٦.٧
٦	—	Ag ١٠٨	Cd ١١٢.٤	In ١١٥	Sn ١١٩	Sb ١٢٠	Te ١٢٧.٥	I ١٢٧	
٧	Xe ١٣٠	Cs ١٣٣	Ba ١٣٧.٤	La, ect. ١٣٩		Ta ١٨١.٥	W ١٨٤	—	Os ١٩١ Ir ١٩٣ Pt ١٩٥
٨		Au ١٩٧	Hg ٢٠٠	Tl ٢٠٤	Pb ٢٠٧	Bi ٢٠٨	Po ٢١٠	—	
٩	Nt ٢٢٢.٤	—	Ra ٢٢٦	Ac	Th ٢٣٢	Ux2 ٢٣٤	U ٢٣٨.٥		

واسکاندیم وژرمانیم وغیره این خانه‌های خالی را پر کردند بطوری که امروز تنها یك خانه‌ازاین جدول خالی‌مانده است . بعدهاباکشف آرگن وهلیم و گازهای کم‌میل ترکیبی‌دیگر که درهوا یافت‌شده‌اند ستون دیگری در طرف چپ جدول مندلیف افزوده شد .

در این جدول عناصر ستون صفر بی ظرفیت یعنی بدون میل ترکیبی‌هستند وعناصر وستون اول‌یك‌ظرفیتی وستون دوم دوظرفیتی وسوم سه ظرفیتی وعناصر ستون چهارم چهار ظرفیتی و پنجم ۳و۵ ظرفیتی‌وششم ۲و۴و۶ظرفیتی وهفتم یك تا ۷ ظرفیتی وعناصر ستون هشتم ۲و۳ وبعضی ٤ ظرفیتی هستند .

از اینجا معلوم میشود جدول مندلیف شباهت وروابط عناصر راآشکار ساخته‌وازاین روآموختن شیمی را نیز تاحدی آسان میسازد .

طبقه بندی فلزها

چنانکه‌میبینیم‌میتوان‌طبقه بندی‌غیرفلزهارا تنها مطابق‌جدول مندلیف بعمل آورد . ولی چنانکه اکنون خواهیم دید فلز ها را نمیتوان تنها ازروی جدول مندلیف‌طبقه بندی‌کرد زیرا فلز های هیچیك ازستونها کاملا همانندو شبیه‌نیستند مثلا لیتیم سدیم روبیدیم سیم‌ومس‌سیزیم وزر درستون‌اول این جدول‌قرار دارندآشکار است که نمیتوان زر وسدیم را دریك طبقه قرار داد . همینطور کلسیم و استرزیم وباریم و منیزیم وروی وکادمیم و جیوه درستون دوم قرار

دارند بهمین مناسبت عناصر و مخصوصا فلزهای بیشتر ستونهارا بدودسته تقسیم میکنند .

ما برای طبقه بندی فلزها خواص عملی آنها از قبیل اثر آب و اکسیژن (طبقه بندی تنارد (۱) و نیز همشکلی نمکهای آنها را نیز در نظر گرفته و بالاخره درجه الکترو پزیتیف بودن یعنی محل آنهارا درستون میل ترکیبی رعایت نموده و بترتیب زیر بذکر بعضی از آن ها که مطابق برنامه ما است میپردازیم .

۱ ـ فلزهای قلیائی : سدیم ـ پتاسیم ـ لیتیم ـ سزیم (یك ظرفیتی)

۲ ـ « قلیائی خاکی : کلسیم ـ باریم ـ رادیم ـ استرونسیم (دوظرفیتی)

۳ ـ « دسته منیزیم : منیزیم ـ روی ـ کادمیم (دوظرفیتی)

٤ ـ « دسته آهن : آهن ـ نیکل ـ کبالت ـ کرم ـ منگنز (۲و۳ ظرفیتی)

۵ ـ « دسته آلومینیم : آلومینیم ـ گالیم ـ اندیم ـ تالیم (۳ظرفیتی)

٦ ـ « دسته قلع : قلع و سرب (٤ظرفیتی)

۷ ـ « دسته رسانای برق : مس ـ جیوه ـ سیم ـ زر (۱ـ۲ ظرفیتی)

۸ ـ « دسته پلاتین : پلاتین (٤ظرفیتی)

---

(۱) Thenard

بخش دوم

فلزهای قلیائی

کلیات .ـ فلزهای قلیائی مهم لیتم و سدیم و پتاسیم هستند که یك طبقه طبیعی تشکیل میدهند زیرا کاملا شبیه یکدیگر و خواص آنها یکسان است . تمام آنها یك ظرفیتی هستند و میل ترکیبشان از تمام فلزهای دیگر بیشتر است تا آنجا که از عناصر بسیار شدید الاثر بشمار میروند . با آب بدون کومك گرما بشدت ترکیب میشوند واز اینرو هرگز در طبیعت بحالت آزادی وجود ندارند . وبهمین دلیل در آزمایشگاه آنها را درنفت یاروغنهای معدنی نگاه میدازند تا از اثر رطوبت واکسیژن هوا محفوظ بمانند. هیدروکسیدهای این فلزها قویترین بازها هستند .

این فلزها درحالت خلوص دارای رخشندگی سیم‌هستند اما بزودی در هوا کدر میشوند زیرا مخلوطی ازهیدروکسید وکربنات آنها را میپوشاند .

برای بدست آوردن این‌فلزها نمکهایاهیدروکسیدهای گداخته آنها را دراثر روان برق تجزیه میکنند .

مطابق جدول زیر این فلزها بسیار سبك وزود گداز هستند .

نام عنصر	سنگینی‌اتمی	توده‌ویژه	زینه گرما گداز	دمای جوشش
لیتیم	٦ر٩٤	٠ر٥٣	١٨٦	١٤٠٠
سدیم	٢٣	٠ر٩٧	٩٧	٨٧٧
پتاسیم	٣٩ر١	٠ر٨٦	٦٢	٧٠٠

تقریبا تمام نمکهای این فلزها سفیدرنگ وغیر از یکی دو نمک باقی در آب کاملا محلول اند.

نظر به همانندی زیاد نمکهای آمونیاك بانمکهای قلیائی باوجود آنکه فلز فرضی آمونیم تابحال بصورت خالص بدست نیامده آنرا جزو فلزهای قلیائی میشمارند.

حالت طبیعی - فلزهای قلیائی درطبیعت بیشتر بصورت کلرور و کمی بصورت کربنات وسولفات وجود دارد کلرور سدیم در آب دریاها و کانها زیاد است. نمك فلزهای قلیائی دربدن جانوران و ساختمان گیاهان نیز یافت میشود.

لیتیم درتنباکو وتوتون وجود دارد. برای آنکه نمونه‌ای از خواص فلزهای نامبرده سدیم بیان شده باشد سدیم وترکیبهای آنرا باختصار شرح میدهیم.

سدیم Na = ۲۳

تاسال ۱۸۰۷ سود وپتاس را از عناصر میدانستند دراین سال داوی انگلیسی آنها را دراثرجریان برق قرار داد ومرکب بودن آنها را آشکار ساخت.

ماده اولیه تمام ترکیبهای سدیم و کلرو کلرور سدیم یعنی نمك طعام است زیرا بسیار فراوان وازهمه ترکیبهای سدیم ارزان تراست.

دستور تهیه سدیم - پس از کشف سدیم مدتها این فلز را از احیای کربنات سود بوسیله زغال بدست میآوردند.



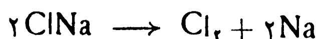
$$CO_3Na_2 + 2C \longrightarrow 3CO + 2Na$$

زیرا دستگاههای تهیه برق منحصر به پیل هابوده ونیروی آن هم ضعیف بود وهم به بهای زیاد تهیه میشد .

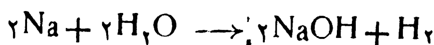
ولی امروز که ماشین های برق بسیار نیرومند میسازند وروان برق به بهای بسیار ارزان تهیه میشود . تنها براه تجزیه الکتریکی نمك طعام سدیم رابدست میآورند . درعمل نخست محلول نمك طعام را دراثر جریان الکتریسیته تجزیه میکنند .

(اینعملرا درضمن بیان سود سوزآور شرح خواهیم داد .)

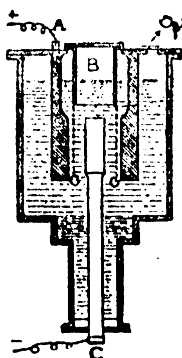
مطابق فرمولهای زیر درقطب مثبت گاز کلر ودرقطب منفی سودسوز آور وهیدرژن بدست میآید .



$$2ClNa \longrightarrow Cl_2 + 2Na$$



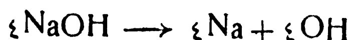
$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$



ش ۴۳

سپس برای تهیه سدیم محلول سود را میجوشانند تادج شود سپس آنرادر دستگاهی مطابق شکل دراثر گرما گداخته ودراثر روان برق تجزیه الکتریکی میکنند سدیم درقطب منفی جمع میشود واکسید ریل OH درقطب مثبت آب واکسیژن میدهد .

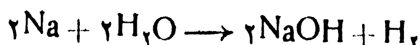
و آب حاصل یك اتم سدیم را دوباره بسود سوز آور تبدیل میکند .



$$4NaOH \longrightarrow 4Na + 4OH$$



$$4OH \longrightarrow O_2 + 2H_2O$$



$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

اسباب عمل که بدستگاه کاستنر موسوم است مطابق شکل ظرف مخروطی شکلی از آهن است که از دو طرف در اثر شعله کوره های گاز گرم می‌شود . قطب مثبت یك تیغه زغال قرع و قطب منفی استوانه ای از نیکل است . گنجایش این اسباب قریب یکصد کیلو گرم و مختصات جریان ۸ ولت و هزار آمپر است .

خواص فیزیکی ـ سدیم فلزی است سفید رنگ از آب سباك تر به توده و بژه ۹۷ر۰ دارای جلای فلزی ، بسیار نرم چنانکه بآسانی باچاقو بریده میشود سدیم در ۹۷ زینه گرما گداخته میشود و در ۸۷۷ زینه بجوش میآید گرما و روان برق را میرساند .

خواص شیمیائی - میل ترکیبی سدیم بسیار زیاد است . چنانکه این فلز از عنصر های زود اثر بشمار میرود و مخصوصا خاصیت احیا کننده آن زیاد و بسیار مشهور است زیرا بااکسیژن میل ترکیبی زیاد دارد و آب را بشدت تجزیه میکند . بدیهی است ترکیب آن بااسیدها بسیار شدید و خطرناك است .

الف ـ **اثر اکسیژن** ـ سدیم در اثر اکسیژن هوا کدر میشود یعنی از اکسید Na_2O پوشیده میشود از اینرو در آزمایشگاهها آنرا در روغنهای نفتی نگاه میدارند . سدیم گداخته در هوا یا اکسیژن باشعله زرد رنگی میسوزد .

ب ـ **اثر آب** ـ اگر یك قطعه سدیم باندازه یك لپه نخود را در روی طشتك بزرگی از آب رها کنیم در سطح آب با صدای آهن سرخ و باتندی تمام میچرخد و با آب ترکیب شده سود و هیدرژن میدهد (این آزمایش دقت زیاد لازم دارد و ممکن است خطرناك باشد

یعنی سدیم بصورت یا چشم انسان بپرد) .

هیدرژن بکمك یك کبریت و سود بافزودن چند قطره فنل فتالئین شناخته‌میشود . اگر سدیم‌را دریك نقطه نگاه‌داریم ویاباندازه یك لپه سدیم را لای کاغذ صافی خیس بپیچیم گرمای عمل هیدرژن حاصل‌را آتش میزند .

ملقمه سدیم ـ سدیم با جیوه گرم بآسانی و با جیوه سرد در اثر مالش در هاون ترکیب شده ملقمه میدهد گرمای این عمل زیاد و در اثر آن مقداری از سدیم با شعله زرد رنگ میسوزد و کمی ازجیوه بخارمیشود .

ملقمه سدیم چون از آب خیلی سنگین‌تر است بآسانی و و بدون خطر با آب ترکیب شده هیدرژن وسود سوزآور میدهد وجیوه‌آزاد درته تشتك جمع‌میشود . تهیه‌هیدرژن ازسدیم باینطریق بسیارآسان ولی خیلی بکندی انجام میگیرد .

اثر کلر ـ سدیم گداخته‌در کلر هم با شعله زرد رنگی‌میسوزد و کلرور سدیم میدهد .

ترکیب بااسیدها ـ ازآنچه درباره شدت ترکیب سدیم وآب گفتیم معلوم میشود ترکیب سدیم با اسیدها آنقدر شدید است‌که آزمایش‌آن خالی ازخطر نخواهد بود .

کاربردهای سدیم ـ سدیم فلزی برای تهیه پر اکسید سدیم Na_2O_2 که بسنگ اکسیژن یا اکسیلیت معروف است و همچنین برای تهیه سیانورها بکار میرود . در آزمایشگاهها از خاصیت

احیا کننده آن استفاده میکنند. مصرف سالیانه سدیم در دنیا در حدود ۸۰۰۰ تن است.

سود سوز آور ۴۰ = NaOH

هیدروکسید سدیم یا سود سوز آور یکی از مهمترین مواد شیمی معدنی بشمار میرود و برای تهیه آن در آزمایشگاه و کارخانه سه راه معمول است:

۱ - **در آزمایشگاه** - در آزمایشگاه برای تهیه سود سوز آور کافی است اکسیلیت را با آب ترکیب کنیم در این عمل اکسیژن نیز بدست میآید. والبته تاوقتی اکسیژن برای یك آزمایش لازم نباشد این طریقه دور از صرفه خواهد بود.

۲ - **طریقه کربنات سود** - در این طریقه صنعتی برای تهیه سود سوز آور شیر آهك را بر محلول گرم و رقیق کربنات سود وارد میکنند کربنات کلسیم غیر محلول بوده راسب میشود و سود سوز آور محلول میماند.



$$CO_۳Na_۲ + Ca(OH)_۲ \rightarrow CO_۳Ca + ۲NaOH$$

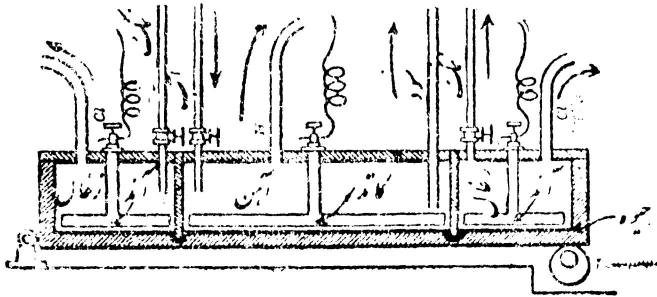
اگر غلظت محلول کربنات سود از ۸٪ نگذرد بمناسبت غیر محلول بودن کربنات کلسیم عمل کافی خواهد بود.

محلول رقیق سودسوز آور را که باینطریق بدست میآورند در ظرفهای آهنی بجوش آورده غلیظ میکنند.

۳ - **طریقه الکتریکی** - این طریقه در اثر ارزانی نیروی برق روز بروز توسعه مییابد دراینطریقه محلول کلرور سدیم را در اثر جریان برق تجزیه میکنند کلر درقطب مثبت و سود و هیدرژن درقطب منفی بدست میآید. برای جلوگیری از اثر کلر بر سود و هیدرژن براههای مختلف ظرف تجزیه را بدو قسمت تقسیم میکنند و ماذیلا بذکر دو طریقه مهم آن اکتفا میکنیم :

طریقه نلسن - اسباب عمل در این طریقه مرکب از ۱۱ تا ۱٤ دستگاه است و این اسباب جعبه ایست فولادی بشکل مکعب مستطیل که در آن استوانه ای مشبك بشکل U قرار داده اند این استوانه قطب منفی اسباب را تشکیل داده و محلول غلیظ نمك در آن وارد میشود وقطب مثبت میله بزرگی اززغال قرع است. دراثر عبور جریان نمك بکلر و سدیم تجزیه میگردد کلر از بالای استوانه درونی خارج میشود و سدیم باآب سود و هیدرژن میدهد. سود سوزآور بامقداری از محلول نمك از سوراخهای استوانه مشبك پائین میریزد و هیدرژن از بالای ظرف فولادی خارج میشود. محلولی که بدست میاید تقریباً ٪۱۰ سودسوزآور و ٪۱۵ نمك طعام دارد. وچون مخلوط را گرما دهیم نمك از محلول غلیظ سود ته نشین و جدا میشود. اهمیت این طریقه بسیار زیاد و چون در اواخر جنگ بین المللی برای رفع احتیاجات آرتش آمریکا از آن استفاده میشد باسم نلسن رئیس جمهوری وقت بطریقه نلسن معروف است. و تنها یك کارخانه درشبانه روز ۱۰۰ تن کلر و ۱۱۰ تن سود سوزآور باینطریق تهیه میکرد. اختلاف سطح جریان الکتریکی در حدود ٤ ولت وشدت جریان ۱۰۰۰ آمپر است.

طریقه اروپائی - در اروپا و مخصوصاً درفرانسه بیشتر تجزیه نمك را در دستگاهی مطابق شکل که تقریباً بر همان اساس طریقه



ش ٤٤

ناسن است و همینطور ظرف عمل ازفولاد وقطب مثبت تیغه گرافیت است عمل میکنند ودر اینجا نیز مخلوطی از سود و نمك بدست میآید .

خواص فیزیکی — سود سوز آور جسمی است جامد و سفید از آب سنگینتر ، اگر تازه گداخته شده باشد بلورین است . در آب زیاد محلول است و حل آن تولید گرما میکند . بسیار نم گیر است یعنی دربرابر هوا جذب رطوبت کرده نخست بصورت عسل درمیآید وسپس با انیدرید کربنیك هوا ترکیب شده گرد سفید کربنات سود میدهد . اثر سود بر پوست بدن بسیار شدید است یعنی نخست خطهای روی پوست بدن را از بین میبرد وسپس پوست را تمام کرده زخمهای دردناك ایجاد میکند و بهمین مناسبت سوز آور نامیده میشود . سود سوز آور زهری است خطرناك اگر خورده شود مرگ دردناکی را باعث میشود .

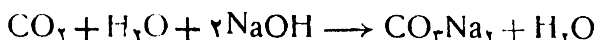
خواص شیمیائی - سود سوز آور بازی است بسیار قوی محلول

آن تورنسل را بشدت آبی رنگ وفنل فتالئین را کاملا ارغوانی میکند. جریان الکتریسیته را بخوبی هدایت میکند یعنی محلول وگداخته آن دراثر روان برق تجزیه میشود سودسوز آور بااسیدها ترکیب میشود ونمك و آب میدهد و این عمل باتولیدگرما همراه است اگراسید قوی باشد آنرا کاملا خنثی میکند.



$$SO_4H_2 + 2NaOH \longrightarrow SO_4Na_2 + H_2O$$

بااسیدهای ضعیف مانند اسید کربنیك نمکهای بازی میدهد که خواص سود را نشان میدهند.



$$CO_2 + H_2O + 2NaOH \longrightarrow CO_3Na_2 + H_2O$$

درهرحال باید محلول اسید وباز را بملایمت وکم کم ترکیب کرد. سود دراثر گرما هرچه‌زیاد باشد تجزیه نمیشود یعنی جسمی است بسیار باثبات.

اثر کلر - کلر بر محلول سرد سوداثر میکند و هیپو کلریت سدیم یاآب ژاول میدهد که در پزشکی بعنوان گندزدا ودرخانه‌ها برای‌لباس شوئی ولکه گیری پارچه‌های پنبه‌ای و کتانی بکارمیرود.



$$Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow ClNa + ClONa + H_2O$$

محلول‌غلیظ سود ابریشم وپشم را درخود حل‌میکند وپارچه های پشمی وابریشمی را سوراخ وفاسدمیکند ولی محلول رقیق آن رشته‌های نخ پنبه‌ای‌را محکم وبراق‌میکند وباینطریق‌نخ‌مرسریزه که بنخ امریکائی معروفست بدست میآید اگر سود را در ظرف شیشه حرارت دهند شیشه درمقابل این بازقوی ایستادگی نداشته سوراخ میشود.

کاربرد های سود - سود بمقدار زیاد درصابون سازی وتهیه کلرورهای رنگ بر و ترکیبهای دیگر سدیم بکار میرود درتصفیه نفت نیز بمقدار زیاد مصرف میشود.

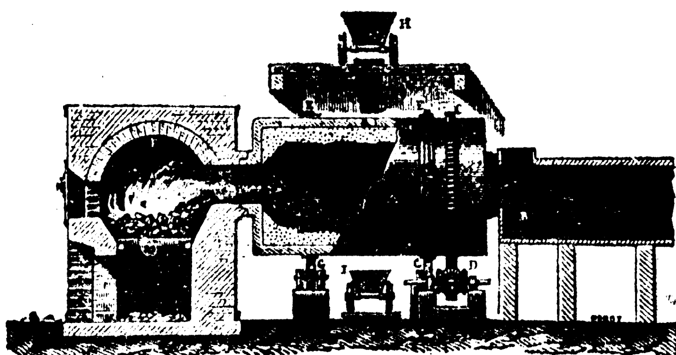
مصرف سالیانه سود سوزآور در دنیا بیش از ۳۰۰ هزار تن است.

کربنات سدیم یانمک قلیا CO_3Na_2

کربنات سدیم درطبیعت بحالت بلورین مخلوط باموادخارجی در مصر و افریقای شرقی انگلیس وجود دارد و نیز در آب بعضی دریاچه ها بحالت محلول یافت میشود. از خاکستر گیاههای دریائی و اشنان و چوبك وغیره که درنمك زارها و کرانه های دریاچه قم و کویرلوت میرویدمیتوان مقداری کربنات سود بدست آورد. خاکستر گیاههای دیگر کمی کربنات پتاسیم دارد باوجوداین هردو کربنات بیشتر براههای شیمیائی تهیه میشوند که مهمترین آنها دستور لبلان و دستور سلوه است.

در سال ۱۷۷۵ آکادمی فرانسه نظر باحتیاج شدید جایزه‌ای بمبلغ یکصدهزار فرانك برای پیدا کردن دستور عملی تهیه کربنات سود ازنمك طعام تعیین نمود. درسال ۱۷۹۱ لبلان دواسازفرانسوی طریقه‌ای که بنام او معروفست پیدا کرد وجایزه رابرد اینك دستور لبلان را باختصار شرح میدهیم.

دستور لبلان (۱) ـ سولفات سدیم را که در کارخانه‌های جوهر نمک از اثر جوهر گوگرد بر نمك طعام بدست میاید باگل سفید و

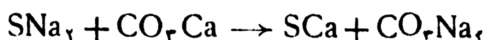


ش ٤٥

زغال در کوره های دوار بشدت گرما میدهند زغال سولفات‌سدیم را احیا میکند وسولفور سدیم حاصل باکربنات کلسیم مخلوطی از کربنات سدیم وسولفور کلسیم میدهند .



$$SO_۴Na_۲ + ۲C \longrightarrow SNa_۲ + ۲CO_۲$$



$$SNa_۲ + CO_۳Ca \longrightarrow SCa + CO_۳Na_۲$$

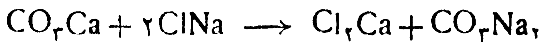
محصول عملرا که جسمی خاکستری رنك است در آب گرم میریزند کربنات سدیم حل میشود وسولفور کلسیم ته‌نشین‌میگردد قسمت محلول راگرما داده کربنات سود را بصورت بلوری بدست میآورند .

چون جوهر نمك وسولفور کلسیم که در این عمل همراه کربنات‌سود بدست میآید بهائی‌ندارند وبعلاوه مقدار زیادی زغال

(۱) Leblanc

در این طریقه مصرف میشود و کربنات سود حاصل نیز چندان خالص نیست این طریقه کم کم متروك و دستور سلوه جانشین آن میگردد .

دستور سلوه یاطریقه آمونیاکی - در این طریقه نیز مواد اولیه کلرور سدیم و کربنات کلسیم است و اجسامی که ازاین‌طریقه بدست میآید کربنات سود و کلرور کلسیم میباشد .



$$CO_3Ca + 2ClNa \longrightarrow Cl_2Ca + CO_3Na_2$$

ولی‌چون اینعمل مستقیماانجام نمیگیرد گاز آمونیاك‌راواسطه عمل‌قرارمیدهند بهمین مناسبت این‌طریقه بدستور آمونیاکی‌موسوم است در عمل کربنات کلسیم را در کوره حرارت داد و گاز کربنیك حاصل را درمحلول آمونیاکی‌نمك‌طعام وارد میکنیم مطابق فرمول زیر کلرور آمونیم و بیکربنات سدیم غیر محلول بدست میآید و (قانونهای برتله) که اولی محلول میانه و دومی بصورت درد ته‌نشین میشود .



$$CO_2 + H_2O + NH_3 + ClNa \longrightarrow CO_3HNa \downarrow + ClNH_4$$

برای‌بدست آوردن کربنات‌سود نخست‌مخلوط‌راصاف‌میکنند. بیکربنات روی‌صافی میماند ومخلوط نمك‌ونوشادر بصورت محلول جدا میشود سپس بیکربنات‌را حرارت میدهند تا به‌کربنات و گاز کربنیك تبدیل شود .



$$2CO_3HNa \longrightarrow CO_2 + HO_2 + CO_3Na_2$$

بالاخره محلول نوشادر را باآب آهك گرم میکنند و گاز

آمونیاك حاصل را دوباره درمحلول نمك وارد کرده عمل را ادامه میدهند.



$$2ClNH_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Cl_2Ca + 2NH_4OH$$

اخیرا آلمانها بجای آمونیاك خالص آبهای آمونیاکی بکار برده و نوشادر حاصل را نیز ازمحلول جدا میکنند وبرای فروش یاتهیه کودهای شیمیائی حاضر میکنند. کلرور کلسیم که از طریقه سلوه بدست میآید چندان ارزشی ندارد و گاهی آنرا در آبهای اطراف کارخانه رها میکنند. طریقه سلوه بهدودلیل که درزیر بیان میکنیم کاملا طریقه لبلان را منسوخ نموده:

۱ـ بیشتر عملهای شیمیائی این طریقه بدون کمك گرما انجام میگیرد وازاین رو صرفه مهمی درمصرف سوخت حاصل میشود.

۲ـ کربنات سود حاصل ازاینطریقه بمراتب خالص‌تر از کربنات سود طریقه لبلان است.

خواص فیزیکیـ کربنات سدیم بانمك قلیا جسمی است بلوری سفید رنگ هرمولکول آن باده مولکول آب تبلور همراه است ولی بلورهای آن دربرابر هوا کم کم نه مولکول آب خودرا ازدست می دهند وشکفته میشوند دراثر گرما نیز کربنات سود درآب بلورهای خود گداخته میشود ودراثر گرمای بیشتر به نمك خشك تبدیل میگردد وکربنات خشك تنهادر ۸۱۰ زینه گرما گداخته میشود. کربنات سدیم درآب خیلی محلول است. محلول آن بسیار بدمزه وزیرانگشتان لیز احساس میشود زیرا برپوست بدن اثر کرده خطهای آنرا از بین میبرد.

خواص شیمیائی - کربنات سود جسمی است بسیار باثبات یعنی پس از آنکه در اثر گرما آب بلورهای خود را از دست داد دیگر گرما بر آن اثر ندارد ودر هیچ دمائی آنرا تجزیه نمیکنند. چون نمك قلیا از ترکیب یك اسید کم توان (اسید کربنیك) و یك باز توانا (سود سوزآور) بدست آمده بر معرفهای شیمیائی اثر بازی دارد یعنی محلول آن تورنسل قرمز شده را آبی وفنل فتالئین را ارغوانی میکندودراثر همین خاصیت بازی مواد چربی را درخودحل میکند ازاین رو بجای سود سوزآور درصابون سازی بکار میرود. حتی در کارخانه های لباس شوئی کربنات سودرا بجای صابون کار میکنند ولی نباید فراموش کرد که محلول غلیظ آن پارچه ها را مخصوصاً اگر پشمی یاابریشمی باشند بی‌دوام وپاره میکند.

چنانکه در تهیه سود سوزآور گفتیم محلول کربنات سود بر شیر آهك اثر کرده کربنات کلسیم ته نشین میکند وسودسوز آور میدهد.

چون کربنات سود درالکل تقریبا غیر محلول وسود در آن محلول است میتوان ازحل سود معمولی صنعت که کمی از آن کربناته شده است سودسوزآور خالص بدست آورد.

اثر اسیدها - اسیدها باکربنات سود ترکیب شده انیدرید کربنیك متصاعد میکنند. از اینرو برای تهیه نمکهای صنعتی سدیم کربنات سود رابجای سودسوزآور که گران تراز نمك قلیااست بکار میبرند.

اگر جریان گاز کربنیك را بر محلول کربنات سود وارد کنیم

بیکربنات سدیم بصورت درد ته نشین میشود .

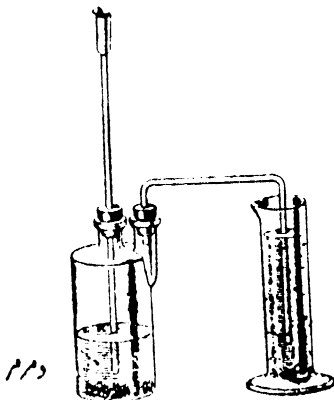
موارد استعمال — کربنات‌سدیم بمقدار زیاد درصابون‌سازی شیشه سازی‌رنگرزی و تهیه بسیاری‌ازترکیبهای‌شیمیائی‌بکارمی‌رود سابق براین برای تهیه سدیم وسود سوزآور نیزبکار میرفت .

بیکربنات‌سدیم یاجوش‌شیرین CO_3HNa

درصنعت بیکربنات سدیم را درضمن دستور سلوه بدست‌می آورند . درآزمایشگاه این‌نمك‌رااز اثر گاز کربنیك‌بر محلول کربنات سدیم تهیه میشود .



$$CO_3Na_2 + H_2O + CO_2 \longrightarrow 2CO_3HNa$$

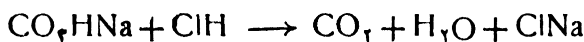


ش ٤٦

خواص - جسمی‌است‌سفید رنگ درهوای‌خشك وسردفساد ناپذیراست‌وچون‌آنرا گرمادهند بکربنات سدیم و گـاز کربنیك تجزیه میشود .

بیکربنات سدیم درآب‌سرد کم‌محلول‌است‌واگر برای‌حل‌شدن آنرا درآب داغ‌بریزند تجزیه میگردد خاصیت بازی‌آن‌از کربنات سود خیلی‌کمتر است دربیشتر آبهای معدنی مانندآب‌علی وغیره یافت میشود مانندکربنات سدیم بااسیدهاگاز کربنیك میدهد .

کار برد - بیکربنات سدیم درپزشکی برای رفع ترشی معده وآسان ساختن عمل گوارش بکارمیرود زیرا ترشی معده راکه در اثر جوهر نمك است خنثی میکند .



$$CO_3HNa + ClH \longrightarrow CO_2 + H_2O + ClNa$$

درساختن نوشابه‌های گازدار مانندلیموناد وغیره نیز بکارمیرود نمك میوه مخلوطی ازاسید سیتریك (جوهر لیمو) وبیکربنات‌سدیم وقند وسولفات سود و منیزی وغیره‌است . نانواها جوش‌شیرین‌رادر خمیر کردن آرد بکار میبرند تابامتصاعدساختن گاز کربنیك وبر آمدن نان راآسان کنند .

سولفات سدیم SO_4Na_2

سولفات‌سدیم درنواحی‌مختلف هنگری ومادرید وکرانه‌های دریاچه‌قم یافت میشود ولی بیشتر ازاستخراج نمك دریاوکارخانه های جوهر نمك سازی حاصل میشود . ازکارخانه جوهر نمك‌سازی تهران نیز مقدار زیادی ازاین سولفات بدست میآید .

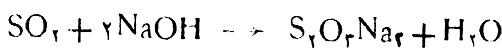
خواص - سولفات سدیم خشك جسمی‌است سفیدرنگ‌درآب سرد کم‌محلول‌ودرآب نیم گرم‌بخوبی حل‌میشود ۱۰۰ گرم‌آب درصفر زینه ۵ گرم ودر۳۲زینه ۵۰ گرم ودر۱۰۰ زینه۴۲ گرم ازاین نمك‌حل میکند وازاین محلول اشباع شده بصورت دانه های بلور منشوری شکل‌ با۱۰ مولکول آب که به نمك گلوبر معروف است ته نشین میشود . ولی این بلورها دربرابر هواکم‌کم‌آب بلورهای خودرااز دست میدهدوشکفته میگردد . اگربلورهای سولفات سدیم راگرما

دهیم در آب بلورهای خود حل میگردد (گداز آبی) و بصورت جسم خمیر مانندی که دیگر باره در دمای ۸۶۵ زینه گداخته میگردد (گداز آتشی)

کاربرد - سولفات سدیم بمقدار زیاد برای تهیه نمك قلیا بدستور لبلان بکار میرود و نیز در شیشه سازی و رنگرزی و چرمسازی مصرف میشود . در پزشکی بعنوان مسهل استعمال میگردد .

هیپو سولفیت سدیم یا هیپو $S_2O_3Na_2$

دیگر از نمکهای مهم سدیم هیپو سولفیت سدیم است که از اثر انیدرید سولفورو بر محلول سود وجوشانیدن سولفیت حاصل با گوگرد بدست میآید .



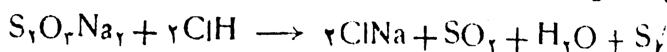
$$SO_2 + 2NaOH \rightarrow SO_3Na_2 + H_2O$$



$$SO_3Na_2 + S \longrightarrow S_2O_3Na_2$$

خواص - هیپو سولفیت سود جسمی است سفید رنگ با ۵ مولکول آب متبلور میشود . در آب باتولید سرما حل میشود ودر الکل غیر محلول است .

اسیدها این نمک را تجزیه کرده گاز سولفورو متصاعد و گوگرد ته نشین میشود .



$$S_2O_3Na_2 + 2ClH \longrightarrow 2ClNa + SO_2 + H_2O + S\downarrow$$

کلرور و برمور نقره که در اثر نور متاثر نشده باشد در هیپو سولفیت حل میشود . ازاینرو محلول ۲۰ ٪ هیپو سولفیت را در عکاسی باسم دوای ثبوت بکار میبرند . هیپو سولفیت خاصیت احیا کننده مهمی دارد ازاین رو میتوان آنرا برای پاك کردن لکههای پرمنگنات و ید وغیره بکار برد .

پتاسیم $K = ۳۹$

پتاسیم بحالت نیترات پتاسیم درشوره‌زارها و بصورت کلرور پتاسیم در کانها ودر آب‌دریاها یافت میشود طرز تهیه پتاسیم درست همان دستور تهیه سدیم است.

خواص – پتاسیم فلزی است سفیدسیم فام کمی مایل بآبی از سدیم نرمتر وسبکتر (۰٫۸۶) و زودگدازتر (۶۲) خواص شیمیائی آن کاملا شبیه خواص سدیم منتهی شدیدتر است مثلا اثر آن به آب باندازه‌ای شدید است که هیدرژن حاصل حتما بخودی خود آتش میگیرد. دراکسیژن سوخته K_2O_2 وباهیدرژن هیدرو KH میدهد.

ترکیبات پتاسیم هیدرات پتاس KOH و کربنات پتاس CO_3K_2 وسولفات پتاس SO_4K_2 و کلرور پتاسیم ClK ونیترات پتاسیم NO_3K همانندی تمام باترکیبهای سدیم نظیر خوددارند وبهمان راههاتهیه میشوند واختلافهای جزئی آنها دربعضی خواص فیزیکی مانند نقطه گداز وقابلیت حل شدن در آب وغیره است.

ازطرف دیگر نمکهای سدیم ارزانتر از نمکهای پتاسیم هستند ونیز چون توده‌اتمی سدیم ۲۳ و توده‌اتمی پتاسیم ۳۹ است یك گرم نمك سدیم از یك گرم نمك پتاسیم نظیر آن موثرتر است ازاینرو ترکیبهای سدیم بیشتر ازترکیبهای پتاسیم درصنعت استعمال میشوند.

فلز فرضی آمونیم ـ نمکهای آمونیاکی

چنانکه میدانیم گاز آمونیاك در آب بشدت حل میشود و محلول آن مانند سود و پتاس عمل بازی دارد یعنی عمل اسیدها را خنثی کرده و رنگ تورنسل را آبی و فنل فتالئین را ارغوانی میکند ، حرارت زیادی که از حل گاز در آب نتیجه میشود ما را بفرض ترکیب گاز آمونیاك با آب راهنمائی میکند و نیز این محلول با اسیدها نمکهائی میدهد که شکل بلورها و خواص شیمیائی آنها درست همانند نمکهای پتاسیم است ، این شباهت زیاد آمپر را بر آن داشت که وجود فلزی بنام آمونیم و بفرمول NH_4 فرمول را فرض کند یعنی این بنیان عمل فلز فرضی آمونیم را انجام میدهد و محلول آمونیاك NH_4OH کاملا نظیر پتاس KOH و کلرور آمونیم $ClNH_4$ نظیر کلرور پتاسیم ClK و سولفات آمونیم $SO_4(NH_4)_2$ همانند سولفات پتاسیم و بالاخره نیترات آمونیم NO_3NH_4 درست همشکل و نظیر نیترات پتاسیم NO_3K است .

نمکهای آمونیاکی

نمکهای آمونیاك از ترکیب محلول آمونیاك با محلول اسید ها و تجزیه مضاعف نمکهای دیگر بدست میآیند .

مهمترین آنها سولفات آمونیاك و کلرور آمونیم و نیترات آمونیم هستند .

سولفات آمونیم $SO_4(NH_4)_2$ ـ بمقدار زیاد در تصفیه گاز چراغ از ترکیب آبهای آمونیاکی با جزء هوگوگرد رقیق بدست میآید نمکی است

بیرنگ بامزه ناخوش در آب محلول ودر اثر حرارت زیاد تجزیه شده گاز آمونیاك متصاعد میکند و بمقدار زیاد برای تهیه نوشادر ونیز بعنوان کود برای کشاورزی بکار میبرند .

کلرور آمونیم یانوشادر $ClNH_4$ ـ تاچندی پیش این نمك را از ترکیب آبهای آمونیاکی باجوهر نمك ویا گرما دادن سولفات آمونیم با نمك بدست میآوردند ولی امروزه بیشتر این جسم را در ضمن تهیه کربنات سدیم بدستور سلوه تهیه میکنند یعنی گاز آمونیاك ترکیبی را در کارخانه سود سازی وارد کرده و نوشادر حاصل را بفروش میرسانند .

خواصـ نوشادر جسمی است جامد بیرنگ بی‌بو بامزه‌ای زننده بدون آب بلورین میشود . در آب محلول و در اثر گرما بدون گذار تصفیه وتجزیه میشود . اکسیدهای فلزی را کلرور میکنند از اینرو برای پاك کردن سطح فلزها درسفیدگری ولحیم کاری بکار میرود .



$$2ClNH_4 + CuO \longrightarrow 2Cl_2Cu + 2NH_3\nearrow + H_2O$$

کاربری ـ نوشادر برای تهیه گاز آمونیاك ومخلوطهای سرد کننده‌ونیز درپیلهای لکلانشه بکار میرود.

نیترات آمونیم NO_3NH_4 این را از اثر اسیدازتیك بر آبهای آمونیاکی یاگرما دادن سولفات آمونیاك وشوره بـدست میآورند نمکی است بـلوری مهمترین خاصیت آن این است که در آب حل شده و مخلوط هموزن آن با آب تولید ۲٦ زینه سرما میکند .

دستورشناختن نمکهای قلیائی ـ بیشتر نمکهای قلیائی سفید

رنگ و بلورین و در آب محلول هستند و بر خلاف نمکهای دیگر فلز ها با هیدرژن سولفوره و شناساگرهای معمولی دیگر درد نمیدهند. برای شناختن آنها شناساگرهای مخصوص بکار میبرند:

محلول نمکهای سدیم اگر زیاد رقیق نباشد باشناساگرهای زیر درد میدهند:

۱ ـ بامحلول تازه پیرو آنتیموتیات پتاسیم $Sb_2O_7K_2H_2$ در پیرو آنتیمونیات سدیم میدهند.

۲ ـ بامحلول پریدات پتاسیم IO_4K درد پریدات سدیم میدهد.

۳ ـ بامحلول استات اوران در اسید استیك درد سفید رنگ میدهد.

محلول نمکهای پتاسیم با شناساگرهای زیر درد میدهند:

۱ ـ بامحلول اسید تارتریك درد تارتارات پتاسیم میدهد.

۲ ـ با محلول اسید پیکریك درد زرد رنگ پیکرات پتاسیم میدهد.

۳ ـ با اسید کلرو پلاتینیك کلرو پلاتینات پتاسیم میدهد.

در دهائیکه از نمکهای سدیم و پتاسیم بدست میاید باید پس از خشك شدن مورد آزمایش میکرسکپی قرار داد زیرا شناساگر های بالا بانمك بعضی فلزهای سنگین نیز درد میدهد.

در آزمایشگاهها معمولا برای شناختن نمکهای سدیم و پتاسیم ازطیف نمانیز استفاده میکنند زیرا چنانکه میدانیم هر یك از عناصر چون درشعله بیرنگ چراغ اوئر گرم شود بشعله آن رنگ مخصوصی میدهد و اگر آنها را در مقابل طیف نما بگیریم هر عنصری طیف

مخصوص بخود دارد مثلا طیف مخصوص سدیم یك خط زرد است (که درحقیقت ازدو خط بسیار نزدیك مرکب شده) وطیف مخصوص پتاسیم یك خط بنفش رنگ میباشد پس اگر یك قطعه نمك یا یك ساق گندم را درشعله چراغ طیف‌نما بگیریم همان دو خط زرد در محل سابق خود دیده میشود ویقین میکنیم که نمك طعام و کاه‌دارای سدیم هستند درصورتیکه اگر این آزمایش رابایك‌قطعه شوره‌انجام دهیم یك خط بنفش دراواخر طیف دیده میشود در آزمایشگاهها با چراغهای الکلی نیز همین آزمایش ممکن است یعنی اگر در چراغ الکلی کمی نمك بریزیم رنگ شعله زرد میشود و اگر بجای الکل خالص الکل آلوده به پرمنگنات بکاربریم رنگ شعله کمی بنفش رنگ است .

دستورشناختن نمکهای آمونیم - نمکهای آمونیم تقریباً باهمه شناساگرهای نمك‌پتاسیم‌همان‌دردهارا میدهد ازاینرو برای‌شناختن یك نمك آمونیم از نمك‌پتاسیم بایدآنرابا کمی آهك درلوله آزمایش گرماداد، بوی آمونیاك واثر بخار آن بر کاغذ تورنسل‌فنل‌فتالئین دلیل شناسائی نمك‌آمونیم خواهد بود .

تمرین گفتنی

۱ - چگونه محلول سود را از محلول کربنات سود میشناسید .

۲ - چگونه بیکربنات سودرا از کربنات سود میشناسید .

۳ - از ۱۰۰ کیلوگرم نمك طعام چند متر مکعب گاز کلر وچه مقدار سود سوزآور بدست میاید .

۴ ــ چند کیلو گرم نمك طعام برای تهیه یك تن جوهر نمك لازم است و چه مقدار سولفات سود بلورین دراین عمل بدست میاید .

۵ ــ چه مقدار محلول غلیظ نمك ۳۰ برای تهیه یك کیلو گرم بیکربنات سود لازم است و چه مقدار نوشادر همراه آن بدست میاید .

۶ ــ فرق سدیم و پتاسیم و برتری نمکهای هریك را بیان کنید .

۷ ــ طریقه سلوه بردستور لبلان چه برتریهائی دارد .

۸ ــ مخلوطی از کارور سدیم و کارور پتاسیم و کارور آمونیم مفروض است بچه وسیله میتوان فلزهای آنها را از مخلوط جدا نمود .

تمرین نوشتنی

۱ ــ میخواهیم یك تن نمك خالص را بدستور لبلان بکربنات سود تبدیل کنیم حساب کنید توده اسید سولفوریك وزغال و کربنات سدیم را که برای این عمل لازم است و اگر فرض کنیم محصول عمل ۸۰ باشد چه مقدار کربنات سود و جوهر نمك دراین عمل بدست میاید .

جواب ــ اسید سولفوریك ۸۳۷۱۶ کیلو گرم ــ زغال ۴۱۰ کیلو ــ کربنات کلسیم ۸۵۴۱۷ کیلو ــ کربنات سود ۹۰۶ کیلو .

۲ ــ ۱۶۸ گرم بیکربنات سدیم را بشدت گرما داده ایم حساب کنید حجم گاز کربنیك حاصل را . جسم باقیمانده را با آهك ترکیب میکنیم حساب کنید جرم مقدار سود سوزآور که دراینعمل بدست میاید .

جواب ــ ۲۲/۴ لیتر ــ ۸۰ گرم

۳ ــ ۳۱ گرم کربنات سدیم را دریك لیتر آب حل کرده و ۵۰ س م م از این محلول را باتورنسل آمیخته میجوشانیم و قطره قطره و محلول نرمال (۴۹ گرم در لیتر) جوهر نمك میافزائیم پس از افزودن ۱۰٫۸۵ س م م اسید رنك محلول بر میگردد تعیین کنید درجه خلوص نمك قلیائی را نسبت باکسید و کربنات سدیم و

نیز عده مولکولهای آب کربنات سدیم را حساب کنید فرض میکنیم این نمك بامواد خارجی دیگری همراه نباشد .

جواب -- Na_2O ۲۱٫۷ گرم -- بیکربنات سود ۳۷٫۱ گرم - آب ده مولکول .

۴ -- مخلوطی از کلرور پتاسیم و کلرورسدیم ۱ گرم جرم دارد و چون آنرا در آب حل کنیم و گنج محلول را بیك لیتر برسانیم برای جدا کردن تمام کلر از ۱۰ س‌م‌م این محلول ۱۵٫۳ س‌م‌م محلول ۱۷ گرم درلیتر نیترات نقره لازم‌است حساب کنید جرم هریك از دو کلرور را .

جواب -- کلرور سدیم ۰٫۵۱ گرم -- کلرور پتاسیم ۰٫۴۹ گرم

۵ -- ۵ گرم‌سولفات سدیم‌بلوری و ۱۰ گرم کلرور سدیم را با اسیدسولفوریك زیاد گرما میدهیم حساب کنید گنج گاز کلریدریك وجرم سولفات اسید حاصل را .

جواب -- گاز کلریدیك ۳٫۸ لیتر -- بی سولفات سدیم ۲۸٫۹۶ گرم

۶ -- مخلوطی از کربنات پتاسیم بوزن ۱٫۷۵ گرم را بااسید سولفوریك رقیق و زیاد ترکیب میکنیم ۰٫۳۳۶ لیتر گاز کربنیك میدهد متصاعد میشود حساب کنید جرم هریك ازدو کربنات و نمك حاصل را .

جواب -- کربنات پتاسیم ۰٫۶۹ گرم -- کربنات سدیم ۱٫۰۶ گرم بی سولفات پتاس ۱٫۳۶ گرم بی‌سولفات سود ۲٫۴ گرم .

۶ -- مقداری بیکربنات سدیم خشك وخالص را گرما داده و ۱۰ گرم از آن را با جوهر نمك گرما میدهیم ۲٫۵ لیتر گاز کربنیك بدست میاید . چرا میتوان گفت که تمام این ۱۰ گرم کربنات سود خالص نبوده نسبت کربنات و بیکربنات را معلوم کنید .

جواب -- بی کربنات سود ۷ گرم -- بیکربنات سود ۳ گرم .

بخش سوم

فلزهای قلیائی خاکی

کلیات – این دسته شامل چهار فلز است که عبارتنداز کلسیم و باریم واسترنسیم ورادیم.

نظر بهمانندی زیاد فلزهای قلیائی (تجزیه آب، تشکیل بارهای قوی) وفراوانی اکسیدهای آنها که همانند اکسیدهای خاکی زمین، هستند (اکسید آلومینیم ـ اکسید آهن وغیره) در پوسته دج زمین بقلیائی خاکی موسومند. این فلزها از تجزیه الکتریکی نمکها یا هیدروکسیدهای گداخته خود بدست میآیند.

تمام فلزهای ایندسته سفیدرنگ و براق ونرم وچکش خوار ولی سنگین‌تر وسخت‌تر ودیر گدازتر ازفلزهای قلیائی هستند. توده ویژه ودمای گداز وجوشش آنها برعکس فلزهای قلیائی باجرم اتمی زیاد میشود.

تمام این فلزها دوظرفیتی هستند و بدون کومك گرما آب را تجزیه کرده هیدرژن آنرا آزاد میکنند.

دراثر اکسیژن هوا کدرشده و درمجاورت هوا از یك طبقه هیدروکربنات پوشیده میشوند. ازاین‌رو لازم است آنها را درظرف های سربسته نگاه دارند. برعکس فلزهای قلیائی هیدروکسیدو کربنات وسولفاتشان در آب کم محلول ویا کاملا غیر محلول هستند. ولی بی کربناتشان محلول است و نیز برعکس آن فلزها هیدروکسیدو کربنات اینها دراثر گرما تجزیه میشود. نمکهای مختلف آنها کاملا همشکل هستند.

کلسیم Ca = ٤٠

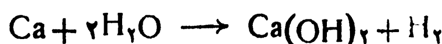
کلسیم یکی از فراوانترین فلزهای کره زمین است یعنی تقریبا ۳٫۵ درصد از قشر جامد زمین را تشکیل میدهد.

کلسیم ـ در طبیعت بحالت خلوص یافت نمیشود ولی ترکیبهای آن زیاد است و مخصوصاً کربنات و سولفات کلسیم فراوان و فسفات و کلرور کلسیم نیز بسیار است.

برای تهیه کلسیم فلزی کلرور کلسیم گداخته را دراثر روان برق تجزیه میکنند.

خواص ـ کلسیم فلزی است سفیدو سیم‌فام‌دارای جلای فلزی به توده‌ویژه ۱٫۵۵ از سرب کمی سخت‌تر در ۸۱۰ زینه گداخته‌میشود. فلزی است تندا‌ثر ولی میل ترکیبی آن از سدیم کمتر است. کلسیم بآسانی باهیدرژن و اکسیژن وازت و کلر ترکیب میشود.

کلسیم درهوای خشك اکسید نمیشود وجلای فلزی خود را حفظ میکند ولی در هوای مرطوب کم کم اکسید شده و به هیدرات و کربنات کلسیم تبدیل میگردد ازاینرو آنرا درقوطی‌های حلبی نگاه میدارند. کلسیم آب رابملایمت‌و بدون خطر تجزیه‌میکنند و هیدرژن حاصل را میتوان بآسانی درلوله بخار گیری بدست آورد.



$$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$$

کلسیم باازت‌نیترور کلسیم N_2Ca_3 وباهیدرژن‌هیدرور کلسیم H_2Ca وبا اکسیژن اکسید کلسیم‌یا آهك‌آب ندیده‌میدهد. از ترکیب نیترور کلسیم‌با آب گاز آمونیاك‌واز ترکیب هیدرور کلسیم با آب هیدرژن بدست میآید.

کربنات کلسیم CO_3Ca

درطبیعت – کربنات کلسیم مهمترین ترکیبهای کلسیم و احسام قشر جامد کره زمین است ، ۱۰٪ استخوان و جزء مهم صدف نرم تنان و مرجانها کربنات کلسیم است . بطوریکه آزمایش میکرسکپی بعضی نمونه‌های کربنات این گفته را بخوبی آشکار میسازد . سنگهای آهکی رشته کوههای بزرگ تشکیل میدهند . کربنات کلسیم درطبیعت بصورتهای مختلف وجود دارد .

۱ – **حالت بلوری** – مهمترین اقسام کربنات کلسیم بلورین و خالص اسپات ایسلاند بتوده ویژه ۲/۷ و آراگونیت بتوده ویژه ۲/۹ است . اسپات ایسلاند مطابق شکل محدود بشش متوازی الاضلاع مساوی وهمانند است .

خاصیت مهم اسپات ایسلاند انکسار مضاعف است یعنی یك خط از پشت آن دو خط دیده میشود .



ش ۴۷

۲ – کربنات کلسیم بی شکل – اقسام گل سفید و سنگ مرمر وسنگ چاپ وسنگ بنا کربنات کلسیم ناخالص هستند . سنگ مرمر

خالص‌ترین اقسام کربنات کلسیم بی‌شکل و مرغوب‌ترین آنهاست و مخصوصاً اگر کاملا صاف و بدون رگهای رنگین باشد گرانبهاتر است. مرمر بخوبی صیقل پذیراست و برای ساختن مجسمه وستونهای زیبا بکار میرود مرمرهای پست در اثر رگه‌هائی از اکسیدهای فلزی و مواد خارجی دیگر خطهای رنگین دارد.

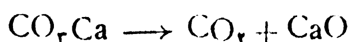
در آزمایشگاهها برای تهیه کربنات کلسیم یکی از نمکهای محلول کلسیم را با یك کربنات قلیائی ترکیب میکنند کربنات کلسیم غیر محلول بوده ته نشین میگردد.



$$Cl_2Ca + CO_3Na_2 \longrightarrow 2ClNa + CO_3Ca \downarrow$$

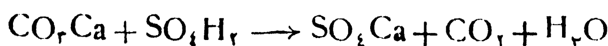
خواص - کربنات کلسیم خالص جسمی است سفید رنگ ودر آب غیر محلول.

تمام اقسام کربنات کلسیم دراثر گرما در دمای سرخ تجزیه میشود و گاز کربنیك و آهك میدهد.



$$CO_3Ca \longrightarrow CO_2 + CaO$$

اثر اسیدها - تمام اقسام کربنات کلسیم در اثر محلول اسید ها اگرچه بسیار ضعیف یا رقیق باشند باجوشش زیاد تجزیه شده گاز کربنیك میدهد. در آزمایشگاه ازاین خاصیت برای تهیه گاز کربنیك استفاده میکنند.



$$CO_3Ca + SO_4H_2 \longrightarrow SO_4Ca + CO_2 + H_2O$$

اثر محلول اسید کربنیك - محلول گاز کربنیك درد کربنات کلسیم‌را درخود حل کرده بیکربنات کلسیم میدهد.



$$CO_3Ca + CO_2 + H_2O \longrightarrow (CO_3)_2H_2Ca$$

وچون محلول بیکربنات‌را آزاد بگذاریم کم کم گاز کربنیك خودرا ازدست میدهد و کربنات رسوب میکند .



$$(CO_3)_2H_2Ca \longrightarrow H_2O + CO_2 + CO_3Ca$$

همینطور آب بعضی چشمه‌ها گاز کربنیك هوا یا حفره‌های زیر زمینی را در خود حل میکنند وچون بزمینهای آهکی برسد مقداری کربنات کلسیم را به بیکربنات تبدیل نموده باخود میبرد و بدینطریق درسنگهای آهکی راههائی برای خود باز میکنند . حال چون این آبهای آهکی بصورت چشمه از مجاری زیرزمینی خود خارج شود ، بیکربنات در برابر هوا تجزیه میشود و کربنات کلسیم روی ریگهای اطراف چشمه می‌نشیند . همچنین اگر این آبهای آهکی از روی غارها بگذرد در آنها نفوذ کرده و در اثر تجزیه بیکربنات کربنات کلسیم بصورت مخروطهائی روی سقف و کف غار مینشیند (گل فهشنگ[1] شفشاهنگ[2])

آب دریاها بهمین طریق گاز کربنیك هوا را جذب و کربنات کلسیم را به بیکربنات تبدیل میکنند برعکس چون فشار این گاز درهوا کم شود بیکربنات بکربنات مبدل میشود و در نتیجه نسبت گاز کربنیك در هوا ثابت میماند . $\frac{3}{1000}$

آهك ـ اکسید کلسیم CaO

چنانکه در خواص کربنات کلسیم دیده ایم این جسم در حدود ۱۰۰۰ درجه دما تجزیه شده آهك میدهد .

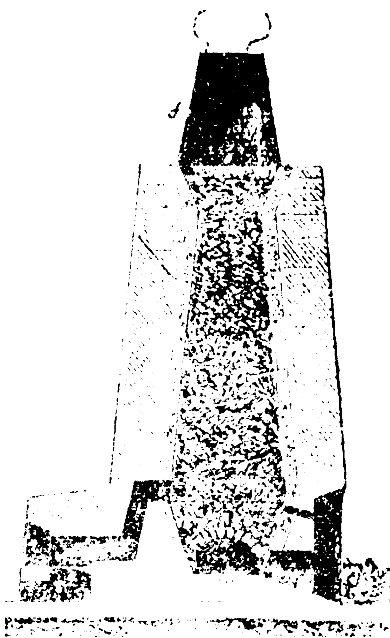


$$CO_3Ca \longrightarrow CaO + CO_2$$

---

(۱) Stalactite (۲) Stalagmite

درصنعت برای تهیه آهك اقسام مختلفه کربنات کلسیم را در کوره‌هائی مطابق شکل (۴۸) گرما میدهند در این کوره‌ها از یك طرف بوسیله سوزانیدن زغال گرما میدهند واز بالا سنگ آهك در آن میریزند. آهك از پائین کوره خارج میشود بطوریکه کوره همیشه مشغول کار است. در کوره‌های قدیم ایران برای تهیه آهك کوره‌های مخصوصی را از سنگ آهك پر کرده و سپس دو شبانه روز بوسیله سوزانیدن بوته یازغال سنگ کوره را گرما میدهند وپس از پختن و سرد شدن کوره را خالی کرده دوباره چیده و میپزند. گاهی نیز آهك را در کوره‌های مخصوصی با سفال یا آجر میپزند.



ش ۴۸

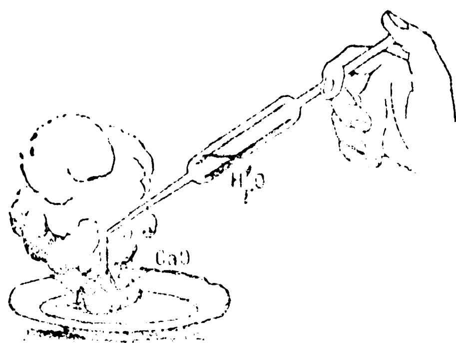
کوره های جدید تقریبا مطابق شکل است.

خواص فیزیکی- آهك زنده جسمی است سخت بی شکل و تقریباً گداز ناپذیر زیرا تنهادرحدود ۲۰۰۰ زینه‌دما(در کوره الکتریك) گداخته میشود ودر ۳۵۰۰ زینه بدون تجزیه شدن جوشیده و دمه میشود.

از اینروآنرا چون گل آتشخوار برای ساختن بوته کوره‌های الکتریك وپوشش داخلی کوره‌های معمولی بکار میبرند

خواص شیمیائی - آهك جسمی است بسیار باثبات و تنها در اثر کربن در کوره الکتریکی احیاء میشود و کربور کلسیم میدهد و چنانکه میدانیم از ترکیب کربور کلسیم و آب استیلن بدست میآید.

اثر آب - اگر کمی آب بر آهك زنده بیافشانیم مشاهده میشود که آهك کم کم شکفته میگردد و دمای آن کم کم به ۱۰۰ زینه می‌رسد بطوریکه یك قسمت



ش ۴۹

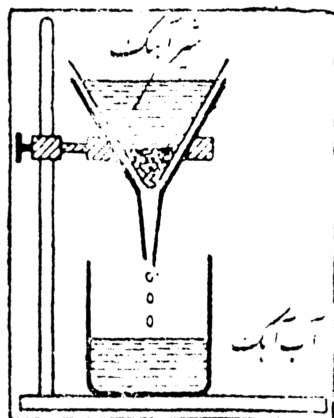
از آب بخار میشود و گنج آهك زیاد شده بصورت گرد سفیدرنگی بنام آهك آب دیده یا آهك خاموش درمیآید.



$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + ۱۸ \text{ کاری}$$

از این جهت پیشه وران آهك زنده را برای خشك کردن پاره ای اجسام بکار میبرند.

اگر کمی آهك آب دیده را در آب بزنید محلولی برنگ زرد مایل بسفید و بنام **شیر آهك** حاصل میشود و چون شیر آهك را از کاغذ صافی بگذرانیم **آب آهك** بیرنگ نتیجه میشود و کربنات تجزیه شده و هیدرات غیر محلول روی صافی باقی



ش ۵۰

میماند یك لیتر آب در دمای متعارفی در حدود ۲ گرم هیدرات کلسیم درخود حل میکند و در آب گرم کمتر از این مقدار آهك حل میشود .

آب آهك بازیست قوی - الف- آب آهك جوهر آفتاب گردان را آبی و فنل فتالئین را ارغوانی میکند و با اسیدها بآسانی ترکیب شده آنها را کاملا خنثی میکند .



ش ۵۱

ب - چنانکه خواهیم دید مانند سود و پتاس از محلول نمکها هیدرات ته‌نشین میسازد .

ج - با نمکهای آمونیاك ترکیب شده گاز آمونیاك میدهد (دستور تهیه گاز آمونیاك)



$$SO_4(NH_4)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow SO_4Ca + 2NH_3 + 2H_2O$$

مطابق شرح فوق آهك بازیست نیرومند و مخصوصاً بمناسبت ارزش کم در پیشه‌های شیمیائی مانند قند سازی - صابون‌سازی - تهیه کربنات دوسود - و کلرورهای رنگ‌بر - کربور کلسیم و هر جا ممکن باشد بجای بازهای دیگر بکار میرود .

مهمترین خاصیت آهك ترکیب با گاز کربنیك و سیلیس است در این ترکیب کربنات کلسیم و سیلیکات سدیم میدهد که هر دو بسیار سخت و نفوذ ناپذیر هستند و مطابق این خاصیت آهك بمقدار زیاد بصورت ساروج و سیمان در ساختمان استعمال میشود.

اهك هوائی - اگر سنگ آهك کمتر از ۴٪ مواد خارجی داشته باشد از پختن آن آهك سفید رنگ بدست میآید که چون با آب ترکیب شود گنجش زیاد میگردد و گرمای زیاد تولید میکند این نوع آهك را **آهك چاق** میخوانند اگر مواد خارجی که معمولا گل یعنی سیلیکات آلومینیم است در سنگ آهك از ۵ تا ۶ درصد بیشتر باشد آهکی که از پختن آن بدست میآید خاکستری رنگ است و با آب بسختی ترکیب میشود و گرما و افزایش گنجش نا چیز خواهد بود و **آهك لاغر** نامیده میشود. برای تهیه ساروج از آهك چاق یالاغر آنها را با آب و ۳ تا ۴ برابر وزنش شن نرم مخلوط میکنند و بدینطریق ساروج هوائی بدست میآید و این ساروج کم کم در برابر هوا جذب گاز کربنیك کرده بکربنات کلسیم تبدیل و محکم میشود این عمل همیشه با کم شدن گنج همراه است و در نتیجه ساروج شکاف بر میدارد. افزودن شن برای آسان کردن جذب گاز کربنیك و جبران کم شدن گنج ساروج است. این ساروج هوائی باید چندین روز در برابر هوا بماند تا بتواند در مقابل آب ایستادگی کند.

اگر نسبت مواد گل رسی به ۲۰٪ برسد آهکی که از پختن آن بدست میآید بسیار زود محکم میشود ولی قبل از استعمال باید آنرا بدقت سائید. این نوع سیمان طبیعی به **سیمان رومی** معروف است.

سیمان یا سمنت معمولی - دستور ساختن و خواص سیمان معمولی که به **سیمان پرتلند**[1] معروف است با سیمان رومی که در بالا شرح دادیم کاملا فرق دارد. برای تهیه سیمان معمولی یکقسمت سیلیکات آلومینیم

(۱) Ciment Portland

(خاك رس) را با دو قسمت کربنات کلسیم (کمی سنگ آهك) و کمی آلومین با واکسید آهن ترکیب میکنند. در عمل سنگ آهك و خاك رس را جدا گانه بدقت نرم کرده و به نسبت لازم باهم مخلوط میکنند وسپس در کوره‌های سیمان‌پزی وارد مینمایند در این کوره نخست مواد نامبرده آب خود را ازدست داده خشك‌میشود و سنگ آهك تجزیه شده گـاز کربنیك آزاد میگردد ومخلوط آهك وسیلیس وآلومین ۱۲۵۰ ـ ۱۵۰۰ زینه گرم شده و گداخته میشود و بجسمی موسوم **کلینکر** (۱) بصورت گلوله هائی درشت تراز نخوداز کوره بدست میآید که پس از سردشدن بدقت تمام آسیا کرده ودرصورت لزوم مطابق دستور آزمایشگـاه کارخانـه کمی گچ سائیده بـآن میافزایند.

کوره سیمان‌پزی معمولا افقی ودوار است ودر نتیجه گردش آن مواد نامبرده بالا بخوبی مخلوط شده و بطور منظم پخته میشوند قطر این کوره ها معمولا به ۳ متر ودرازای آنها به ۱۰۰ تا ۱۲۰ متر میرسد این کوره‌ها بوسیله گرد زغال سنگ یا نفت سیاه که با هوای فشرده درآن وارد میشود گرم میگردد. کارخانه سیمان تهران تا کنون دارای دو کوره یکی بظرفیت ۱۰۰ تن درشبانه‌روز ودیگری بمحصول ۲۰۰ تن درشبانه‌روزاست. وبزودی کوره‌دیگری بظرفیت ۲۰۰ تن برای کار حاضر میشود.

سیمان خوب نباید زودتراز یکساعت بگیرد ونیز پس از ۲٤ ساعت باید کاملا دربرابر آب ایستادگی کند. ساروجی مرکب ازیك

(۱) Klinker

قسمت سیمان و دوقسمت شن بعد از ۷ روز فشار ۱۵۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع را بخوبی تحمل میکنند .

بتن(۱) - مخلوطیست ازسنگ شسته وماسه و سیمان که بخوبی با آب مخلوط شده و برای پی بناهای مهم و پایه پلها مخصوصاًزیر آب بکار میرود .

بتن مسلح[۲] - همان بتن معمولیست که درقالب چوبی آن سلاحی از میله‌های آهن قرار داده‌اند و بدین وسیله از شکاف خوردن آن جلوگیری میکنند . امروز استخوان‌بندی بیشتر بناهای مهم و پلها و غیره را با بتن مسلح میسازند .

کاربرد - آهك را در کارخانه‌قندسازی - سود و پتاس سازی - صابون سازی - شمع سازی - تهیه آمونیاك و کلرور آهك و کربناتهای قلیائی - بالاخره در کشاورزی و بیشتردر ساختمان بناها بکار میبرند آب آهك خاصیت گندزدائی نیز دارد .

گچ - سولفات کلسیم SO_4Ca

حالت طبیعی - اقسام مختلفه - گچ در طبیعت بسیار فراوان و پس از کربنات کلسیم فراوان‌ترین ترکیبهای این فلزاست .

اقسام گچ از اینقرارند :

۱ - سولفات کلسیم بی آب SO_4Ca که بانیدریت[۳] معروفست .

۲ - گچ بلوری - که درزمینهای دوران سوم زمین شناسی زیاد و بیشتر دانه‌های آن بشکل سرنیزه دیده‌میشوند نوع معروف بگچ قندی[٤] بسیار خالص است .

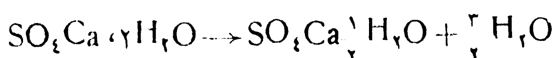
---

(۱) Béton (۲) Beton armé (۳) Anhydrite (٤) Saccharoïde

۳ ـ گچ کدر یا سنگ گچ معمولی که با دو مولکول آب همراه است این نوع گچ از تمام اقسام گچ فراوان‌تر است

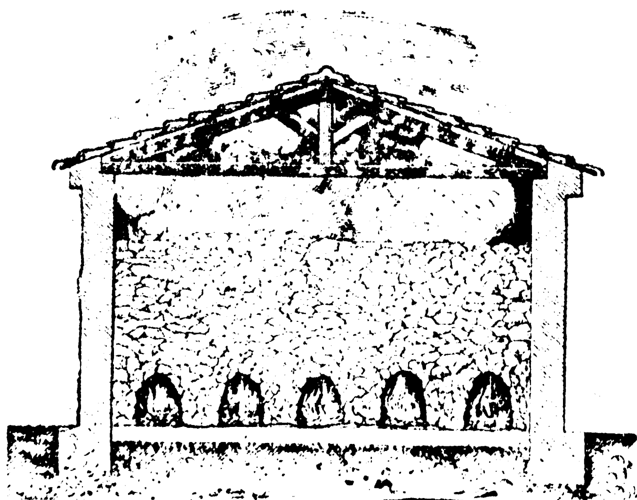
پختن گچ ـ سنگ گچ نزدیك ۲۰٪ آب بلوری دارد و چون آنرا بین ۱۰۰ و ۱۲۵ زینه گرما دهیم $\frac{3}{2}$ مولکول آب خودرا ازدست میدهد و ازآن پس میل ترکیبی شدیدی با آب پیدا میکند یعنی چون آب روی آن بریزیم همین مقدار آب گرفته دوباره بصورت اول درمیآید .

اگر یك قطعه گچ را درشعله کوره‌های نفتی آزمایشگاه بگیریم مقداری بخار آب از آن برمیخیزد و اگر زیاد گرما ندهیم بصورت $SO_4Ca\,\frac{1}{2}H_2O$ درمیآید .



$$SO_4Ca\,،2H_2O \longrightarrow SO_4Ca\,\frac{1}{2}H_2O + \frac{3}{2}H_2O$$

درصنعت برای تهیه گچ ، سنگ گچ را درکوره‌های مخصوص



ش ۵۲

وبسیار ساده مطابق شکل (۵۲) گرما میدهند مدت عمل یکساعت

تا حدود ۱۶۰ زینه یا دوساعت تاحدود ۱۲۰ زینه است پس از سرد شدن کوره نخست خاکستر را خارج کرده وسپس سنگ گچ را بیرون میآورند و بدقت کوبیده یا آسیا میکنند . اخیراً برای پختن گچ سنگ گچ را نرم کرده در کوره های گردنده ای شبیه بکوره سیمان بکمك گاز یابخار آب بسیار گرم بی آب میکنند . پس از پختن باید گچ راتاهنگام کار بردن از اثر رطوبت محفوظ نگاهداشت .

اگر گچ کوبیده را باآب خمیر کنیم جسم حاصل بزودی محکم میشود و باصطلاح گچ خود راگرفته ومیمیرد .

اگر گچ را باآب زیاد خمیر کنندومرتباً آنرا مالش بدهند گچ کشته بدست میآید که برای سفید کردن درون بناها بکار میبرند و چندان محکم نمیشود . دراینعمل گچ دومرتبه $\frac{3}{2}$ مولکول آب میگردد وبصورت نخست یعنی سنگ گچ درمیآید .



$$SO_4Ca, \tfrac{1}{2}HO_2 + \tfrac{3}{2}H_2O \qquad O_4Ca.2H_2O$$

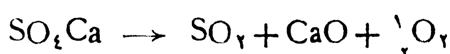
اینکار باتولید کمی گرما همراه است چنانکه ظرف عمل گرم میشود خمیر گچ در حین گرفتن بگنج خود میافزاید ازاین خاصیت در مجسمه سازی وقالب گیری باگچ استفاده میکنند . اگر گچ را بیش از ۱۵۰ زینه گرما دهیم کاملا بی آب میشود و در اینصورت پس از کوبیدن دیگر باآب ترکیب نمیشود وخمیر چسبنده نمیدهد ومحکم نمی گردد پس باید در پختن گچ دقت کرد که گرمای کوره از ۱۵۰ زینه نگذرد .

خواص- گچ جسمی است سفید رنگ ونرم چنانکه میتوان با ناخن روی آن خط کشید درآب بسیار کم حل میشود (۲ گرم در لیتر) وآبهائی که دارای گچ هستند بکار پختن سبزی نمیخورد و

صابون در آن کف نمیکند و بسیار دیر گوارش مییابد. برای رفع این عیب میتوان کمی کربنات سود بآن افزود تا گچ را بصورت کربنات کلسیم ته نشین کند.

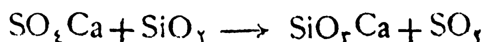
در کارخانه‌ها برای جدا کردن گچ و ترکیبهای دیگر کلسیم که‌در داخل دیگها و لوله‌های بخار مینشینند و یا از کنش‌های شیمیائی جلوگیری میکند آبرا با کمی **پرموتیت** یعنی **سیلیکو آلومینات سدیم** ترکیب میکنند نمکهای آهکی بااین نمك‌سیلیکو آلومینات کلسیم داده ته نشین میشوند وچون این درد را باندمك طعام بیامیزیم از نو آلومینو سیلیکات سدیم‌بدست میآید بدین‌طریق مقداری پرموتیت سالهاآب یك کارخانه‌را از گچ و نمکهای‌دیگر کلسیم تصفیه میکند.

اثر گرما - گچ در ۱٤٥٠ زینه دما تجزیه میشود.



$$SO_4Ca \rightarrow SO_2 + CaO + \frac{1}{2}O_2$$

آلمانها بهنگام جنگ جهانگیر این‌عمل رابکمك سیلیس‌در ۱۰۰۰ زینه دما انجام داده و گاز سولفور وی حاصل را برای تهیه جوهر گوگرد بکار میبردند.



$$SO_4Ca + SiO_2 \longrightarrow SiO_3Ca + SO_3$$

کاربرها - گچ را برای سفید کردن و گچ بری درون خانه‌ها و عمارات دیگر وقالب گیری و مجسمه سازی و کود دادن چمن‌زارها بکار میبرند. اگر گچ را با کمی سریشم ماهی خمیر کنیم گرفتن آن ملایم میشود ومیتوان بآن جلا و صیقل خوبی داد. اگر گچ پخته را با محلول ۱۰٪ زاج ترکیب کنیم‌ودوباره گرما دهیم گچ حاصل در مقابل باران بخوبی ایستادگی میکند.

باریم (سنگین) Ba= ۱۳۷

باریم در طبیعت بیشتر بصورت کربنات CO_3Ba و سولفات SO_4Ba یافت میشود .

برای تهیه باریم فلزی کلرور باریم گداخته را در اثر روان برق تجزیه میکنند.

خواصـ باریم فلزی است سفید مایل بزرد بتوده ویژه ۳٫۶۵ در ۸۵۰ زینه گداخته میشود. در هوا با شعله سبز رنگی میسوزد آبرا بآسانی تجزیه میکند. باریم فلزی اهمیت صنعتی ندارد .

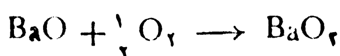
ترکیبهای مهم باریم از اینقرارند :

۱ ـ **اکسید باریم** ـ جسمی است سفید رنگ و میل ترکیبی زیادی با آب دارد و ترکیب آن گرمای زیادی میدهد .



$$BaO + H_2O \longrightarrow Ba(OH_2)$$

بی اکسید باریم که برای تهیه آب اکسیژنه بکار میرود از کباب کردن این اکسید بدست میآید .



$$BaO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow BaO_2$$

۲ ـ **هیدرات باریم $Ba(OH)_2$** ـ **بازیست قوی بیش از هیدرات** کلسیم در آب حل میشود. در آزمایشگاهها مخصوصاً برای جذب گاز کربنیک بکار میرود .

کلرور و نیترات باریمـ این دو نمک از ترکیب جوهر نمک و جوهر شوره با کربنات باریم بدست میآید و بیشتر بعنوان شناساگر

سولفوتها واسید سولفوریك بكار میرود

کربنات باریم ـ درطبیعت موجود ودراثر گرما اکسیدباریم میدهد.

سولفات باریم ـ مهمترین نمکهای باریم و بیش ازهمه آنها ساخته ومصرف میشود. جسمی است سفید رنگ وبسیارکم محلول در صنعت از ترکیب کربنات باریم با اسید سولفوریك و در آزمایشگاهها از ترکیب کلرور یا نیترات یا هیدروکسید با جوهر گوگرد وسولفاتهای محلول بدست میآید ومهمترین شناساگرسولفاتها بشمار میرود. درصنعت بعنوان رنگ سفید استعمال میشود.

همانندی نمکهای کلسیم بانمکهای فلزهای قلیائی خاکی دیگر ازنظر تجزیه

نمکهای فلزهای قلیائیخاکی دربیشتر خاصیتها بایکدیگر همانندی کامل دارند مثلا بیشتر آنها سفید رنگ هستند وکربناتها وسولفاتهای آنها همغیرمحلول و برخلاف فلزهای قلیائیبیکربناتشان محلول است. کلرورهای آنها نیز محلولند.

دستورشناختن نمکهای قلیائی خاکی ـ محلول نمکهای کلسیم وباریم واسترنسیم با شناساگرهای زیر درد میدهند:

۱ ـ اگر زیاد رقیق نباشد با محلول سود و پتاس دردهیدرات میدهند.

۲ ـ باکربنات آمونیاك درمجاورت آمونیاك زیاد دردکربنات میدهد.

۳ ـ محلول نمکهای قلیائی خاکی با اسیدسولفوریك وسولفاتهای محلول درد سولفات میدهند برای نمکهای کلسیم نمك مورد آزمایش باید کمی غلیظ باشد .

دستور شناختن نمکهای کلسیم و باریم از یکدیگر ـ نمکهای کلسیم وباریم را بخواص زیر از یکدیگر میشناسیم .

۱ ـ شعله بیرنگ چراغ اوئر دراثر نمکهای کلسیم سرخ نارنجی ودر اثر نمکهای باریم سبز رنگ میشود .

۲ ـ محلول رقیق سولفات کلسیم با نمکهای کلسیم درد نمیدهند ولی با نمکهای باریم درد بخوبی آشکار میشود .

تمرین گفتنی

۱ ــ چه مقدار سنگ آهك ٪۸٤ برای تهیه یك تن آهك خالص لازم است وچه‌مقدار گاز کربنیك با آن بدست می آید .

۲ ــ چه‌مقدار سنگ گچ برای تهیه یك تن گچ باید گرماداده شود .

۳ ــ درجاهائی که آبهای مشروب آهکی است برای شست شوی لباس‌مقداری خاکستر در آب میریزند و پس‌ازچند ساعت برای‌شست‌وشوی لباس باصابون بکارمیبرند . چگونگی این عمل را بیان کنید .

٤ ــ برای پاك کردن سطح فازها سرکه وغیره یعنی محاول رقیق اسیدبکار میبرند‌چرا نمیتوان مرمر را باینوسیله پاك کرد .

۵ ــ آهك و گچ از نظر شیمیائی چه فرقی دارند و چرا نمیتوان آنها را بجای یکدیگر استعمال کرد .

٦ ــ گچ و آهك درطبیعت بچه حالت هستند و پس از استعمال دربنا بچه صورت در می آیند .

۷ ــ محکم شدن آهك وسیمان چه فرقی دارد. فرمول هر یك از این دو عمل را بنویسید .

۸ ــ میتوان گچ و آهك را در مدت کاریك کوره پخت چرا ؟

تمرین نوشتنی

۱ ــ یك‌لیتر از آب رودخانه را جوشانیده ایم ۲۵ س‌م‌م مکعب گاز کربنیك از آن بدست آمده اگر فرض کنیم که این گاز تنها از تجزیه کامل بیکربنات کلسیم نتیجه شده حساب کنید جرم بیکربنات را دریك لیتر آب رودخانه و جرم کربنات کلسیم که در این عمل ته نشین میشود . اگر بخواهیم ۱۰ متر مکعب از این آب را بوسیله آهك تصفیه کنیم چه مقدار آهك لازم دارد .

جواب ــ بیکربنات ۰٫۱۸۱ گرم ــ کربنات ۰٫۱۱۲ گرم آهك ٦۲۵ گرم .

۲ – یك نمونه سنگ آهکی را باجوهر نمك زیاد ترکیب کرده‌ایم ۲٫۱۵ لیتر گاز کربنیك بدست آمده حساب کنید جرم کربنات کلسیم خالص را دراین نمونه وجرم کارور کلسیم که ازاینعمل بدست آمده .

۳ – چه مقدار زغال برای تبدیل یکصد کیلو گرم آهك بکربور کلسیم لازم است وچه مقدار کربور کلسیم ازاین عمل بدست میاید – چه مقدار اکسید کربن از اینعمل نتیجه میشود وچه مقدار استیلن از کربورحاصل میتوان بدست آورد . آیا برای تعیین مقدار هردو گاز محاسبهٔ لازم است .

جواب – کربن ۶۴٫۳ کیلو گرم – کربور کلسیم – ۱۱۴٫۲ کیلو گرم اکسید کربن ۴۰ متر مکعب استیلن برابر .

۴ – برای تعیین درجه خلوص یك نمونه محلول اسید سولفوریك ۲۰ سانتی متر مکعب ازآنرا با محلول ۱۰۴ گرم در لیتر کارور باریم ترکیب کنیم پس از افزودن ۱۵ سانتیمتر از این محلول عمل رسوب کامل میشود حساب کنید در یك لیتر ازاینعمل این محلول چقدر اسید خالص وجود دارد .

پایان

جدول ظرفیت، جرم اتمی، سنگینی ویژه و نقطه گداز عناصر

ارسنیک As	٣_٥	٧٥	٥٫٧٣	٨٥٠
ازت N	٣_٥	١٤	٠٫٩٦٧	— ١٩٥
اکسیژن O	٢	١٦	١٫١٥٣	— ٢٥٣
آلومینیم Al	٣	٢٧	٢٫٦٥	٦٥٩
انتیمون Sb	٣_٥	١٢٠	٦٫٧٠	٦٣٠
آهن Fe	٣_٢	٥٦	٧٫٨	١٥٣٠
باریم Ba	٢	١٣٧	٣٫٧٥	٨٥٠
بر B	٣	١١	٢٫٥	٢٣٥٠
برم Br	١	٨٠	٣٫١	— ٧٫٣
پتاسیم K	١	٣٩	٠٫٨٦	٦٢٫٣
جیوه Hg	١_٢	٢٠٠	١٣٫٦	٣٨٫٨
روی Zn	٢	٦٥	٧٫١	٤١٩
زر Au	٣	١٩٧	١٩٫٣٢	١٠٦٣
زرسفید Pt	٤	١٩٥	٢١٫٥	١٧٥٥
سدیم Na	١	٢٣	٠٫٩٧	٩٧٫٥
سرب Pb	٢	٢٠٧	١١٫٣٧	٣٢٧
سیلیسیم Si	٤	٢٨	٢٫٣٥	١٤٢٠
فسفر P	٣_٥	٣١	١٫٨٣	٤٤
فلوئور F	١	١٩	١٫٢٦٥	— ١٨٧
قلع Sn	٤_٢	١١٩	٧٫٣٠	٢٣١
کربن C	٤	١٢	گرافیت ٢٫٣	٣٦٠٠
کرم Cr	٥٢_٦٫٣٫٢		٧٫٣	١٦١٥
کلر Cl	٣٥٫٥ _ ١		٢٫٥	١٤٦
کلسیم Ca	٢	٤٠	١٫٥٥	٨١٠
گوگرد S	٣٢٧_٦٢		١٫٩٦	١١٩٫٢
»		»	٢٫٠٦	١١٢
مس Cu	٢_١	٦٣	٨٫٩٣	١٠٨٣
منگنز Mn	٢	٥٥	٨	١٢٣٠
منیزیم Mg	٢	٢٤	١٫٧٤	٦٥١
هیدرژن H	١	١	٠٫٠٦٩٤	— ٢٦٠
ید I	١	١٢٧	٤٫٩	١١٣٫٥